Allegemeine geographie III: geomorpholo...

Fritz Machatschek

Die Sammlung
„Aus Natur und Geisteswelt"

nun … stehen dem
Ge… m Tüch-
tig… aft, Kunst
und … unmittel-
bar … Einsicht
in …

S… gebiete für
den … heutigen
meth… fnis, dem
Ski… rn tragen,
nie … t mit dem
Sto…

S… ge Über-
sich… geistigen
Lebe… em immer
stärk… auf den
Na…

I… enswerter
Wei… elegenheit
benu… trebt, der
Gef…

S… r als die
Hälf… earbeitet,
berei… jetzt eine
Verb…

A… geeignet,
die F… n Betrag,
den … legt, auch
für d… s ermög-
lichen … Bücherei
zu sch… vereinigt.

Jedes der meist reich illustrierten Bändchen
ist in sich abgeschlossen und einzeln käuflich

Jedes Bändchen geheftet M. 1.20, gebunden M. 1.50
Hierzu Teuerungszuschläge des Verlages und der Buchhandlungen

Leipzig, im Juli 1918. B. G. Teubner

I 22

Bisher sind erschienen

zur Erd- u. Völkerkunde, Geologie, Meteorologie:

Allgemeine Geographie.

***Allgemeine Erdkunde.** 6 Bände. Jeder Band mit Abbildungen.
I. Bd. Die Erde, ihre Bewegungen und ihre Eigenschaften (mathem. Geographie und Geonomie). Von Admiralitätsrat Prof. Dr. E. Kohlschütter. (Bd. 625.) II. Bd. Die Atmosphäre der Erde (Klimatologie, Meteorologie). Von Prof. O. Baschin. (Bd. 626.) III. Bd. Geomorphologie. Von Prof. F. Machatschek. (Bd. 627.) IV. Bd. Physiogeographie des Süßwassers. Von Prof. F. Machatschek. (Bd. 628.) V. Bd. Die Meere. Von Prof. Dr. A. Merz. (Bd. 629.) VI. Bd. Die Verbreitung der Pflanzen. Von Dr. Brockmann-Jerosch. (Bd. 630.) VII. Bd. Die Verbreitung der Tiere. Von Dr. W. Knopfli. (Bd. 631.) VIII. Bd. Die Verbreitung des Menschen auf der Erdoberfläche (Anthropogeographie). Von Prof. Dr. N. Krebs. (Bd. 632.)

Geographie der Vorwelt. (Paläogeographie.) Von Priv.-Dozent Dr. E. Dacqué. Mit 21 Abbildungen. (Bd. 619.)

Mensch und Erde. Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von Geh. Rat Prof. Dr. A. Kirchhoff. 4. Aufl. (Bd. 21.)

Natur und Mensch. Von Realgymnasial-Direktor Prof. Dr. M. G. Schmidt. Mit 19 Abbildungen. (Bd. 458.)

Politische Geographie. Von Professor Dr. E. Schöne. Mit 7 Karten. (Bd. 353.)

Die Städte. Geographisch betrachtet. Von Prof. Dr. K. Hassert. M. 21 Abb. (Bd. 163.)

Das Meer, seine Erforschung und sein Leben. Von Professor Dr. O. Janson. 3. Aufl. Mit 40 Abbildungen. (Bd. 30.)

Das Zeitalter der Entdeckungen. Von Prof. Dr. S. Günther. 3. Auflage. Mit einer Weltkarte. (Bd. 26.)

Die Polarforschung. Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- und Südpol von den ältesten Zeiten bis zur Gegenw. V. Prof. Dr. K. Hassert. 3. Aufl. M. 6 Kart. (Bd. 38.)

***Vermessungs- und Kartenkunde.** 6 Bände. Jeder Band mit Abbildungen.
I. Bd. Geographische Ortsbestimmung. Von Prof. Schnauder. (Bd. 606.) II. Bd. Erdmessung. Von Prof. Dr. Osw. Eggert. (Bd. 607.) III. Bd. Landmessung. Von Steuerrat Suckow. (Bd. 608.) IV. Bd. Ausgleichungsrechnung. V. Geh. Reg.-Rat Prof. E. Hegemann. (Bd. 609.) V. Bd. Photogrammetrie u. Stereophotogrammetrie. Von Dipl.-Ing. Hermann Lüscher. (Bd. 610.) VI. Bd. Kartenkunde. Von Finanzrat Dr. Ing. A. Egerer. I. Einführung in das Kartenverständnis. II. Kartenherstellung. (Landesaufnahme.) (Bd. 611/612.)

***Geographisches Wörterbuch.** Von Prof. Dr. O. Kende. (Teubners kleine Fachwörterbücher. Geb. ca. M. 3.-.)

Länderkunden.

Die deutschen Volksstämme und Landschaften. Von Prof. Dr. O. Weise. 5., völlig umgearb. Aufl. Mit 30 Abbildungen im Text und auf 20 Tafeln und 1 Dialektkarte Deutschlands. 23.-29. Tausend. (Bd. 10.)

Belgien. Von Dr. P. Oßwald. 2. Aufl. Mit 5 Karten im Text. (Bd. 501.)

Das Ostseegebiet. V. Prof. Dr. G. Braun. M. 21 Abb. u. 1 mehrfarb. Kart. (Bd. 367.)

Die Ostmark. Eine Einführung in die Probleme ihrer Wirtschaftsgeschichte. Von Prof. Dr. W. Mitscherlich. (Bd. 351.)

Die Baltischen Provinzen. Von Dr. V. Tornius. Mit 8 Abbildungen u. 2 Kartenskizzen. 3. Auflage. (Bd. 542.)

Polen. Mit einem geschichtlichen Überblick über die polnisch-ruthenische Frage. Von Prof. Dr. R. F. Kaindl. 2. verbesserte Auflage. Mit 6 Karten. (Bd. 547.)

***Finnland.** Von Lektor J. Ohquist. (Bd. 700.)

Rußland. Geschichte, Staat, Kultur. Von Dr. A. Luther. (Bd. 503.)

***Bulgarien.** Von Privatdozent Dr. H. Grothe. (Bd. 597.)

***Neugriechenland.** Von Prof. Dr. A. Heisenberg. (Bd. 613.)

Die Türkei. Von Reg.-Rat P. R. Krause. Mit 2 Karten i. T. u. auf 1 Tafel. 2. Aufl. (Bd. 409.)

Jedes Bändchen geheftet M. 1.20, gebunden M. 1.50

Länderkunden.

Palästina und seine Geschichte. Von Dr. Freiherr v. Soden. 2. Aufl. Mit 2 Karten, 1 Plan und 6 Ansichten. (Bd. 6.)

Palästina und seine Kultur in fünf Jahrtausenden. Nach den neuesten Ausgrabungen und Forschungen dargestellt von Prof. Dr. P. Thomsen. 2. Aufl. Mit 37 Abbildungen. (Bd. 260.)

***Böhmen.** Von Prof. Dr. K. J. Kaindl. (Bd. 701.)

Die Alpen. Von H. Reishauer. 2. Auflage, neubearbeitet von Dr. H. Slanar. Mit 26 Abbildungen und 2 Karten. (Bd. 276.)

Die Schweiz. Land, Volk, Staat und Wirtschaft. Von Reg.- u. Stände-Rat Prof. Dr. O. Wettstein. Mit 1 Karte. (Bd. 482.)

Island, das Land und das Volk. V. Prof. Dr. P. Herrmann. Mit 9 Abb. (Bd. 491.)

Indien. Von Professor Dr. S. Konow. (Bd. 614.)

Australien und Neuseeland. Land, Leute u. Wirtschaft. Von Prof. Dr. A. Schachner. Mit 23 Abbildungen. (Bd. 366.)

Die Amerikaner. Von A. M. Butler. Deutsch v. Prof. Dr. W. Laszkowski. (Bd. 319.)

Anthropologie und Ethnologie.

Entwicklungsgeschichte des Menschen. V. Dr. R. Heilborn. M. 60 Abb. (Bd. 388.)

Der Mensch der Urzeit. Vier Vorlesungen aus der Entwicklungsgeschichte des Menschengeschlechts. Von Dr. R. Heilborn. 3. Aufl. Mit 47 Abbildungen. (Bd. 62.)

Die Eiszeit und der vorgeschichtliche Mensch. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. G. Steinmann. 2. Aufl. Mit 24 Abbildungen. (Bd. 302.)

Allgemeine Völkerkunde. 3 Bände.
I. Feuer, Nahrungserwerb, Wohnung, Schmuck und Kleidung. Von Dr. R. Heilborn. Mit 54 Abb. II. Waffen und Werkzeuge, Industrie, Handel und Geld, Verkehrsmittel. Von Dr. R. Heilborn. Mit 51 Abb. III. Die geistige Kultur der Naturvölker. Von Prof. Dr. K. Th. Preuß. Mit 9 Abbildungen. (Bd. 487-488, 452.)

***Vorgeschichte Europas.** Von Professor Dr. H. Schmidt. (Bd. 571-572.)

Geologie.

Allgemeine Geologie. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. Fr. Frech. 6 Bde. (Bd. 207/11, 61.)
I. Vulkane einst und jetzt. 3. Aufl. Mit Titelbild und 78 Abb. II. Gebirgsbau und Erdbeben. 3., wesentlich erweit. Aufl. Mit Titelbild und 57 Abb. III. Die Arbeit des fließenden Wassers. 3. Aufl. Mit 56 Abb. IV. Die Bodenbildung, Mittelgebirgsformen und Arbeit des Ozeans. 3., wesentlich erweit. Aufl. Mit 1 Titelbild und 68 Abb. V. Steinkohle, Wüsten und Klima der Vorzeit. 2. Aufl. Mit Titelbild und 49 Abb. VI. Gletscher einst und jetzt. 2. Aufl. Mit Titelbild und 65 Abb.

Die deutschen Salzlagerstätten. Ihr Vorkommen, ihre Entstehung und die Verwertung ihrer Produkte in Industr. u. Landwirtsch. V. Dr. C. Riemann. Mit 27 Abb. (Bd. 407.)

Unsere Kohlen. Von Bergassessor P. Kukuk. Mit 60 Abb. i. T. u. 3 Tafeln. (Bd. 896.)

Entstehung der Welt und der Erde nach Sage und Wissenschaft. Von Prof. Dr. M. B. Weinstein. 2. Aufl. (Bd. 229.)

Untergang der Welt und der Erde nach Sage und Wissenschaft. Von Prof. Dr. M. B. Weinstein. (Bd. 470.)

Meteorologie.

Einführung in die Wetterkunde. Von Prof. Dr. L. Weber. 3. Aufl. von „Wind und Wetter". Mit 28 Figuren im Text und 3 Tafeln. (Bd. 55.)

Unser Wetter. Eine Einführung in die Klimatologie Deutschlands an der Hand von Wetterkarten. Von Dr. R. Hennig. 2. Aufl. 6.-10. Tausend. Mit zahlr. Abb. (Bd. 349.)

Die mit * bezeichneten und weitere Bände befinden sich in Vorbereitung.

Digitized by Google

Aus Natur und Geisteswelt
Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen

627. Bändchen

Allgemeine Geographie III:

Geomorphologie

Von

Dr. Fritz Machatschek
o. ö. Professor der Geographie an der deutschen Universität in Prag

Mit 93 Abbildungen im Text

Verlag und Druck von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin 1919

Digitized by Google

GB54
M3

Schutzformel für die Vereinigten Staaten von Amerika:
Copyright 1919 by B. G. Teubner in Leipzig

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten

Digitized by Google

UNIV. OF CALIFORNIA

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Aufgaben und Methoden der Geomorphologie	5
I. Grundzüge der äußeren und inneren Gestaltung der Erdoberfläche	6
II. Die endogenen Kräfte	10
1. Die orogenetischen Bewegungen	11
2. Die epirogenetischen Bewegungen	13
3. Die vulkanischen Erscheinungen	16
4. Die Erdbeben	18
III. Übersicht der exogenen Vorgänge	20
IV. Die Massenbewegungen	22
1. Verwitterung und Bodenbildung	22
2. Bewegungen lockerer Massen	27
3. Bewegungen anstehender Gesteinsmassen	29
4. Die Abspülung	31
V. Die fluviatilen Formen	34
1. Die Arbeitsleistung des fließenden Wassers	34
2. Die Täler	41
3. Der geographische Zyklus der fluviatilen Formen	50
VI. Die Landschaften im Bereiche humiden Klimas	55
1. Landschaften mit einfacher Struktur	55
2. Landschaften mit komplizierter Struktur. Gebirge	61
a) Allgemeines	61
b) Bruch- und Schollengebirge	64
c) Faltengebirge	68
3. Die Karstlandschaft	74
4. Die vulkanischen Formen	78
VII. Die glazialen Formen	80
1. Die Arbeit des fließenden Eises	80
2. Die glazialen Formen im Bereich von Inlandeismassen	81
3. Die glazialen Gebirgsformen	84

427520

Digitized by Google

VIII. Die Landformen im ariden Klima . . . . . .
1. Die im ariden Klima wirkenden Agentien . . . . . .
2. Die Formengruppen des ariden Klimas . . . . . .
3. Der aride Zyklus . . . . . .
IX. Die Küstenformen und Inseln . . . . . .
1. Einteilung und Klassifikation der Küsten . . . . . .
2. Die litoralen Vorgänge und die Entwicklung der Küsten .
3. Die Inseln und der Riffbau . . . . . .
Empfehlenswerte Literatur . . . . . .
Erklärung fremdsprachiger Fachausdrücke . . . . . .
Sachregister . . . . . .

Digitized by Google

Aufgaben und Methoden der Geomorphologie.

Unter Geomorphologie verstehen wir die Lehre von den auf der Erdoberfläche gestaltend wirkenden Kräften und den durch sie geschaffenen Formen. Sie beruht daher auf eingehendster Beobachtung und setzt nicht nur die Kenntnis der wichtigsten Lehren der Geologie voraus, sondern kann fruchtbringend nur unter gleichzeitiger Anwendung geologischer Arbeitsmethoden betrieben werden, da es sich in letzter Linie darum handelt, die Formen der Erdoberfläche in Beziehung zu ihrem Inhalt, also ihrer Struktur zu bringen. Für eine solche genetische Betrachtungsweise kann man entweder von den auf der Erdoberfläche wirkenden Kräften ausgehen und untersuchen, in welcher Weise sie formenbildend tätig sind, oder man stellt den Formenschatz einer Landschaft in den Vordergrund und sucht ihn nach seiner Entstehung und Entwicklung zu analysieren.[1]) Man gelangt auf diese Weise aus dem Verständnis der Beziehungen zwischen Oberflächengestaltung und innerem Bau zu einer Entwicklungsgeschichte der Landschaft, eine Methode, die in der jüngsten Zeit durch W. M. Davis immer mehr ausgestaltet wurde und sich als sehr erfolgreich erwiesen hat.

In minder enger Beziehung als zur Geologie steht die Geomorphologie zur Geophysik als der Lehre von den physikalischen Eigenschaften des Erdganzen, von der sie eine Reihe wichtiger Ergebnisse übernimmt. Die Topographie liefert der Geomorphologie in der geographischen Karte eine empirische Darstellung der Formen der Erdoberfläche, die umso lebensvoller ist, je größer das morphologische Verständnis des Topographen. Endlich bedarf der Geomorphologe auch einer eingehenden Kenntnis der Klimatologie, um die Einflüsse der verschiedenen klimatischen Faktoren auf das Formenbild und die in den einzelnen Klimagebieten verschiedene Wirksamkeit der morphologischen Vorgänge beurteilen zu können.

---

1) Vgl. A. Penck, Die Physiographie als Physiogeographie, Geogr. Z. 1905.

Digitized by Google

I. Grundzüge der äußeren und inneren Gestaltung der Erdoberfläche.

Durch die Uferlinie des Meeres sondern sich als gegensätzliche Formenkategorien die Landmassen von den Meeresräumen. Nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse der Verteilung von Wasser und Land entfallen auf dieses rund 149 Mill. qkm, auf das Meer 361 Mill. qkm; das Verhältnis ist also 29:71 oder 1:2,4; dabei ist mit großer Wahrscheinlichkeit das noch so wenig bekannte Südpolargebiet als ein etwa 14 Mill. qkm großer Kontinent angenommen, während die noch unbekannten 4 Mill. qkm im Nordpolargebiet dem Meere zugezählt werden.

Land und Wasser sind in den einzelnen Zonen der Erde ungleichmäßig verteilt. Auf der Nordhalbkugel ist unter der obigen Annahme das Verhältnis 39:61, auf der Südhalbkugel aber höchstens 19:81. Nur zwischen 70 und 45° N entfällt auf das Land mehr als die Hälfte des Raumes. Dann nimmt der Anteil des Landes gegen S nahezu konstant ab, unter 60° S ist es fast ganz verschwunden, bis es durch das Auftreten des antarktischen Festlandes wieder überwiegt, so daß unter 80° S gar kein Meer vorhanden ist.

Alles Land erscheint in zahlreiche Inseln von sehr verschiedener Größe zerlegt, die nur rein konventionell in Festländer und eigentliche Inseln geschieden werden. Immerhin kann man von einem großen, nahezu zusammenhängenden *Kontinentalblock* sprechen und ihm das *Weltmeer* gegenüberstellen. Innerhalb jenes liegen die mehr oder weniger von Landflächen umgebenen oder durch Inselpfeiler vom Ozean geschiedenen Nebenmeere, die entweder randlich als *Randmeere* oder zentral als *Mittelmeere* entgegentreten. Von ihnen schaltet sich das arktische Mittelmeer mitten in den Kontinentalblock ein, das europäische zwischen Eurasien (= Europa + Asien) und Afrika, das australasiatische zwischen Asien und Australien, das amerikanische zwischen die beiden Hälften von Amerika. Dadurch kommt die Gliederung des Kontinentalblockes in zunächst 5 Festländer zustande, zu denen als 6. Antarktika hinzutritt. Es mißt:

Digitized by Google

Eurasien	50,7 Mill. qkm	Alte Welt 79,9 Mill. qkm	Ostfeste 87,5 Mill. qkm = 63% des Landes
Afrika	29,2 „ „		
Australien	7,6 „ „		
Nordamerika	20,0 „ „	Neue Welt 37,6 Mill. qkm	Westfeste 51,6 Mill. qkm = 37% des Landes
Südamerika	17,6 „ „		
Antarktika	14,0 „ „		
Summe	139,1 Mill. qkm	der Rest (rund 10 Mill. qkm) entfällt auf die Inseln.	

Neben dieser naturgemäßen Unterscheidung ist es noch üblich, Europa als selbständigen Erdteil zu bezeichnen. Vom morphologischen Gesichtspunkt ist dies natürlich unhaltbar; Europa ist nur ein kulturgeschichtlicher und kein geographischer Begriff, weshalb auch die Grenze gegen Asien immer schwankend war; doch kann man Mittel-, West- und Südeuropa zusammen als europäische Halbinsel betrachten.[2]) Auch die Frage, ob Nord- und Südamerika als ein oder zwei Erdteile aufgefaßt werden sollen, wird verschieden beantwortet. Sicher ist, daß den beiden Teilen etwa ebensoviel trennende als gemeinsame Merkmale eigen sind.

Für die Gliederung des Weltmeeres in drei Ozeane, den Atlantischen, Indischen und Pazifischen, empfehlen sich immer noch am besten die Meridiane der Südspitzen der Südkontinente, so daß ein antarktischer Ozean verschwindet und das arktische Mittelmeer zum Atlantischen Ozean geschlagen wird, von dem es durch die Schwelle Grönland—Island—Fär-Oer getrennt wird. Dann umfaßt der Atlantische Ozean 106, der Indische 75, der Pazifische 180 Mill. qkm.

Die Kenntnis der absoluten Höhen- und Tiefenverhältnisse auf der Erdoberfläche führt zu einer Vorstellung von dem vertikalen Aufbau der Erdkruste. Einen einfachen Überblick darüber vermittelt die hypsographische Kurve, bei der die Höhen- und Tiefenstufen als Ordinaten, die zugehörigen Areale als Abszissen aufgetragen sind (Abb. 1). Die Endpunkte der Kurve

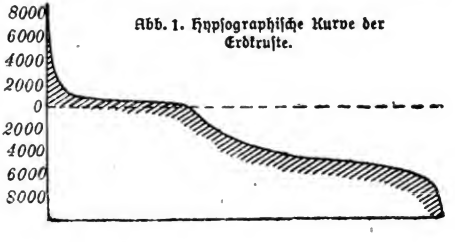

Abb. 1. Hypsographische Kurve der Erdkruste.

2) A. Supan in „Die Naturwissenschaften" 1913.

Digitized by Google

sind der M. Everest (8840 m) und die bisher gefundene größte Tiefe (9780 m) im Stillen Ozean. Sieht man von dem in seinen Höhenverhältnissen noch gänzlich unbekannten antarktischen Festland ab, so entfallen nach H. Wagner auf die Stufen:

über dem Meeresniveau	unter dem Meeresniveau
8840 m — 2000 m 3,2%	0 — 200 m 5,7%
2000 m — 200 m 16,5%	200 — 3000 m 13,3%
200 m — 0 m 9,5%	3000 — 6000 m 50,8%
	unter 6000 m 1,0%

Im Verlauf der Kurve sondern sich deutlich folgende Stücke ab: von den größten Höhen bis zu 200 m Tiefe reicht die sog. Kontinentaltafel, auf die 34,9% entfallen, dann folgt der Steilabfall der aktischen Stufe oder die Kontinentalböschung bis etwa 3000 m Tiefe (= 13,3 %), endlich die sehr ausgedehnte abyssische Region oder Tiefseetafel (= 51,8 %), in die die größten Tiefen eingesenkt sind. Der heutige Meeresspiegel zerlegt also die Kontinentaltafel in einen untermeerischen Teil, die bis etwa 200 m Tiefe reichende Flachsee, auch Schelf genannt, die nur eine randliche, sehr verschieden breite Überflutung oder Transgression der Kontinentaltafel bedeutet, und einen übermeerischen Teil, der gewöhnlich durch die 200 m-Isohypse in Tiefland und Hochland unterschieden wird. In das Schelf sind einzelne Teile tiefer eingesenkt und bilden die zumeist nur durch seichte Schwellen mit den ozeanischen Becken zusammenhängenden Ingressionsmeere.

Aus den hypsographischen und bathygraphischen Kurven der einzelnen Erdteile und Ozeane läßt sich in einfacher Weise deren mittlere Höhe und Tiefe berechnen; doch kommt allen diesen Zahlen naturgemäß keine sehr große Genauigkeit und auch nur geringe Bedeutung zu. Die brauchbarsten Werte sind heute die von Wagner und Krümmel für das Land, bzw. das Meer berechneten:

Europa	Asien	Afrika	Austral.	Nordam.	Südam.	Antarktika	Land
300	950	650	350	700	580	2000?	820 m

Atlant. Oz.	Pazif. Oz.	Ind. Oz.	Weltmeer
3260	3860	3860	3680 m

Bedeutungsvoller als diese Mittelwerte ist die tatsächliche Verteilung der Erhebungen und Vertiefungen. Das Hochland er-

Digitized by Google

scheint, namentlich im Pazifischen und Indischen Gebiet, in vorwiegend randlicher Lage, in Europa inselartig verteilt, in Asien zumeist auf einen großen Hochgebirgsgürtel im Süden und Osten des Erdteils beschränkt; in Afrika schwillt es zu einer den ganzen Süden des Erdteils einnehmenden Masse an; in Australien ist es auf den Osten konzentriert. Das Tiefland und im Anschluß daran die Flachsee sind vorwiegend in der Nachbarschaft des Atlantik und seiner Nebenmeere entwickelt und umgeben als ein nahezu geschlossener Kranz das arktische Mittelmeer. Auch in der Tiefsee sind die größten Tiefen in Rinnen nahe den Festländern gelegen.

Die heutige Verteilung von Land und Meer ist nur das momentane Ergebnis jener auf der Erdoberfläche wirkenden Kräfte, durch die Teile der Kruste über das Meeresniveau gehoben oder unter dasselbe gesenkt werden. Schon ein Blick auf eine Isohypsen- und Isobathenkarte der Erde zeigt, welch bedeutende Veränderungen in dieser Verteilung durch eine Hebung oder Senkung des Meeresspiegels um 200 m entstehen würden. Die Verteilung von Wasser und Land in den früheren geologischen Perioden festzustellen, ist Aufgabe der nach rein geologischen oder tiergeographischen Methoden arbeitenden Paläogeographie. Wenn auch im einzelnen die Ansichten der beteiligten Forscher noch vielfach sehr auseinandergehen, so scheint doch so viel festzustehen, daß einzelne Teile der Kruste eine auffällige Permanenz ihrer hohen bzw. tiefen Lage bewahrt haben, während andere sich sehr labil verhielten und bald Teile des Landes, bald des Meeres bildeten. Zu den ersteren gehört namentlich der weitaus größte Teil des Pazifischen Beckens, aber auch große Teile der andern Ozeane, ferner der Nordosten von Asien, große Teile von Afrika, Südamerika und Australien, so daß sie an Fläche die labilen Gebiete übertreffen. Damit entfällt auch jede Notwendigkeit für die in jüngster Zeit ausgesprochene Annahme von großen horizontalen Verschiebungen von Stücken des Kontinentalblockes über die ozeanischen Tiefen.[3]) Mit dieser Anschauung hängen auch zum Teil die mehrfach gemachten Versuche zusammen, in der Verteilung von hoch und tief das Ergebnis von Kristallisations-

3) Wegener, Entstehung d. Kontinente, Pet. Mitt. 1912 I., Diener, Großformen der Erdoberfläche, Mitt. k. k. geogr. Ges. Wien 1915; Dacqué, Grundlagen d. Paläogeographie, Jena 1915.

Digitized by Google

kräften zu sehen und sie auf eine stereometrische Grundlage zurückzuführen.[4]) Auch sie sind bisher über geistreiche und kühne Hypothesen nicht hinausgekommen.

In viel sinnfälligerer Weise tritt uns ein steter Wechsel in den Umrissen und Höhen der Kleinformen der Landoberfläche entgegen, die mit der Unregelmäßigkeit und Vielgestaltigkeit ihres Reliefs in großem Gegensatz zu der Einfachheit und Einförmigkeit der Formen des Meeresbodens in größeren Tiefen steht. Während dieser ein Gebiet steter Sedimentation und der Ausgleichung der Höhenunterschiede darstellt, sind jene beständiger Zerstörung durch die atmosphärischen Agentien ausgesetzt; beide aber sind den Wirkungen jener Kräfte unterworfen, die ihren Sitz in unbekannten Tiefen des Erdinneren haben. Sie erzeugen entweder Niveauveränderungen oder bringen in den vulkanischen Ausbrüchen Massen aus dem Erdinnern an die Oberfläche, schaffen also stets neue Höhenunterschiede, indes die auf der Erdoberfläche selbst wirkenden Vorgänge danach trachten, diese Unterschiede durch Zerstörung und Ablagerung der Zerstörungsprodukte auszugleichen. Aus dem Gegeneinanderwirken dieser zwei Gruppen von Kräften, den endogenen oder innenbürtigen und den exogenen oder außenbürtigen, gehen sowohl der Gegensatz von Land und Meer, als auch alle Einzelheiten in der Gestaltung der Erdoberfläche hervor. Je nachdem nun eine Form im wesentlichen noch durch die Wirkung der endogenen Kräfte bestimmt ist oder nicht, also Übereinstimmung zwischen ihrer inneren Struktur und ihrer topographischen Oberfläche oder bereits eine wesentliche Diskordanz zwischen beiden besteht, unterscheiden wir zwei große Gruppen von Formen, die aufgebauten, tektonischen oder Strukturformen und die ausgearbeiteten oder Skulpturformen. Zwischen beiden stehen die aufgesetzten Formen, die durch ein allmähliches Wachstum der Kruste in Folge von Ablagerungen entstanden sind.

II. Die endogenen Kräfte.

Die durch die endogenen Vorgänge geschaffenen Niveauveränderungen erscheinen entweder als deutlich erkennbare Schichtstörun-

4) Arldt, Gestalt der Erde, Beitr. z. Geophysik, VII. 1905.

Digitized by Google

gen oder Dislokationen der ursprünglich zumeist horizontal abgelagerten Schichten oder als ausgedehnte, im Schichtbau in der Regel nicht oder nur auf größeren Räumen nachweisbare Verbiegungen der Erdkruste; jene wirken gebirgsbildend, wir sprechen daher von orogenetischen oder tektonischen Bewegungen in engerem Sinne; diese erzeugen vorwiegend Veränderungen in der Verteilung von Wasser und Land, wir nennen sie (nach Gilbert) epirogenetische Bewegungen. Als Begleiterscheinungen aller dieser und der vulkanischen Vorgänge können Erdbeben auftreten, die also keine selbständige Gruppe endogener Kraftäußerungen darstellen.

1. Die orogenetischen Bewegungen

werden gewöhnlich in solche, die in radialer Richtung erfolgen, und in zur Erdoberfläche tangentiale unterschieden und als ihre beiden Hauptformen Bruch und Faltung bezeichnet. Doch ist zwischen beiden eine grundsätzliche Trennung oft nicht möglich. Häufig werden Brüche, die im Bereich starrerer Massen herrschen, von Faltung weicherer Schichten abgelöst oder es gehen Brüche in Überschiebungen über oder sind von horizontalen Bewegungen begleitet. Auch kann sich die plastische Schichtfaltung nur in großen Tiefen unter starkem Druck abgespielt haben und erzeugte noch kein Gebirge; dazu waren erst vertikale Bewegungen erforderlich, ebenso wie der Faltung während der Ablagerung zumeist eine allgemeine Senkung des Sedimentationsraumes vorausgegangen ist. Die durch Dislokationen gebildeten reinen Strukturformen sind die folgenden:

a) **Die Bruchstufe** (Abb. 2) entsteht dadurch, daß ein Schichtkomplex gegen einen andern längs einer Verwerfung vertikal verschoben wird, die entweder senkrecht zum Horizont steht oder gegen ihn unter verschiedenen Winkeln einfällt. Das Ausmaß der vertikalen Verschiebung oder die Sprunghöhe der Verwerfung kann von den

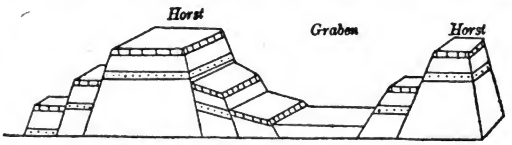

Abb. 2. Staffelbrüche mit Horst und Graben.

Digitized by Google

kleinsten Beträgen bis zu mehreren 1000 m ansteigen; sie bleibt in der Regel auf längeren Strecken nicht konstant und reduziert sich endlich auf Null. Gewöhnlich treten Brüche in größerer Zahl zu einander parallel oder einander kreuzend auf und zerlegen ein Stück der Erdkruste in verschieden hohe Schollen. Ein in seiner Struktur durch Brüche bestimmtes Gebiet bezeichnet man als Schollenland. Liegen mehrere Bruchstufen übereinander, so sind sie durch Staffelbrüche entstanden. Eine allseits von Brüchen begrenzte Scholle bildet einen Horst; zwei Horste oder gehobene Schollen begrenzen einen Graben. Selten verlaufen die Brüche auf längere Strecken geradlinig; bei gesenkten Schollen von rundlichem oder polygonalem Umriß spricht man von Senkungsfeldern und Kesselbrüchen. Einen besonderen, in Zentral- und Ostasien herrschenden Typus stellen die von Obrutschew sogenannten disjunktiven Dislokationen dar, Gräben, bei deren Bildung eine Zerrung der Kruste entstand. Morphologisch weniger wichtig sind die sog. Blattverschiebungen, bei denen der Schichtverband in der Horizontalen gelöst wurde.

b) Durch Biegungen der Schichten ohne Bruch entstehen Falten, die fast immer in größerer Zahl gesellig auftreten und das Faltenland charakterisieren. Die einfachste Form der Falte (Abb. 3) ist die stehende, bestehend aus dem Sattel oder der Antiklinale, in der die Schichten von der Faltenlängsachse beiderseits abfallen, und der Mulde oder Synklinale, zu deren Achse die Schichten einfallen. Sind die Schenkel einer Antiklinale ungleich steil, so spricht man von schiefen oder asymmetrischen Falten; diese führen weiter zu liegenden und überhängenden Falten, endlich zu Überschiebungen und Schuppenstruktur. Vorwiegend horizontale Bewegungen von Schichtpaketen übereinander charakterisieren die sog. Überfaltung oder Deckschollenstruktur. Alle diese Erscheinungen werden aber morphologisch erst indirekt wirksam, namentlich bei Schichtkomplexen von wechselnder Widerstandsfähigkeit gegenüber den zerstörenden Kräften. In der Horizontalen streichen die Falten oft lange Strecken geradlinig dahin mit mehrfachen transversalen Knickungen der Längsachse, eine

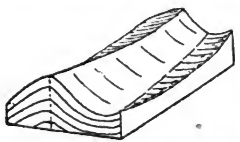

Abb. 3. Einfache Falte.

Digitized by Google

Mulde kann die Richtung eines Sattels fortsetzen, die Falten sind dann kulissenförmig angeordnet. Das untertauchende Ende eines Sattels heißt seine Walmseite.

c) Ein Übergang von Brüchen zu bruchloser Biegung ist dann gegeben, wenn die Schichten mit einer starken Beugung absinken, ohne dabei zu zerreißen, und dann horizontal weiterstreichen. Diese Erscheinung wird Flexur genannt; sie tritt meist mit Brüchen vergesellschaftet auf und geht in diese über, wenn die Schichten längs der Abbiegung „geschleppt" und zerrissen werden. Die durch derartige Biegungen beherrschten Gebiete nennen wir Verbiegungsländer.

Je großräumiger die Aufwölbung von Krustenteilen ist, desto weniger macht sie sich in einer Dislokation der Schichten geltend. Es führen daher Übergänge von den flachen Falten mit sehr weiter Spannung und von sehr ausgedehnten Flexuren zu den

2. epirogenetischen Bewegungen,

Verbiegungen, Aufwölbungen und Einbiegungen, Geoantiklinalen und Geosynklinalen, bei denen das Ausmaß der vertikalen Niveauveränderung klein ist im Verhältnis zur horizontalen Ausdehnung der von ihnen betroffenen Krustenpartien und die seltener direkt aus dem Schichtbau, häufiger, aber nicht minder zwingend, aus morphologischen Argumenten erschlossen werden können. Infolge ihrer Ausbreitung über große Räume können sie trotz sehr geringen Schichtstörungen zu ganz bedeutenden Höhenunterschieden führen und spielen bei der Bildung vieler der großen Hochländer der Erde zweifellos die entscheidende Rolle. Oft sind derartige Verbiegungen von Brüchen, Zerreißungen und Flexuren an den Stellen der stärksten Beanspruchung des Schichtzusammenhanges begleitet.[5]) An der Küste äußern sie sich als Veränderungen in der Höhe des Meeresspiegels.

Das bekannteste Beispiel von jungen Hebungen und Senkungen bieten die quartären Strandverschiebungen Fennoskandias[6]), die aus der Verbreitung und der Höhenlage der quartären Meeresablagerungen aus der Zeit der sog. Yoldia-Senkung

5) E. C. Abendanon, Die Großfalten der Erdrinde, Leiden 1914.
6) Vgl. u. a. Högbom, Fennoskandia, Handb. d. regionalen Geologie IV. 3. 1913.

Digitized by Google

und den zugehörigen Strandterrassen erkannt wurden. Wie der Verlauf der sog. Ijoanabasen, d. h. Linien gleicher Hebung, zeigt, erfuhr Fennoskandia seit Schluß der Eiszeit eine schildförmige Aufwölbung, die aber zweimal, in der sog. Portlandia- und der Litorina-Zeit, durch Einbiegungen und Senkungen von gleichem Charakter unterbrochen war. Während aber diese Hebung an der norwegischen Westküste schon längst abgeschlossen ist, dauert sie im Ostseegebiet auch heute noch an, wie die Verfolgung der bis in den Anfang des 18. Jahrhunderts zurückgehenden Wasserstandsmarken und Seepegel beweist[7]); doch schwankt ihr Betrag im Lauf der Jahrhunderte infolge der Interferenz mit Klimaschwankungen, die die Lage des Ostseespiegels beeinflussen. Ihr Maximum erreicht die Hebung unter $62^1/_2{}^0$N, durchschnittlich pro Jahr über 1 cm, und sinkt unter $57^1/_3{}^0$N auf 2 mm herab.

Ganz analoge Erscheinungen wurden im Gebiet der großen kanadischen Seen und des Lorenzostromes festgestellt. Infolge einer Senkung am Schluß der Eiszeit drang der Lorenzogolf tief gegen SW vor, worauf eine Hebung einsetzte, die im Innern von Labrador 240 m erreichte. Für die Gegenwart fand Gilbert eine andauernde Senkung mit einem Gefälle gegen SW, so daß es sich hier um eine Schaukelbewegung handelt. Überhaupt sind fast alle arktischen und subarktischen Küsten von mehreren Systemen von Strandlinien begleitet, die eine ruckweise postglaziale Hebung des Landes anzeigen, und ebenso beweist die weite Verbreitung spätglazialer mariner Sedimente in Nordrußland und im nördlichen Sibirien einen seither eingetretenen Rückzug des Meeres.

Die Erklärung für diese ungleichförmige Hebung des Landes wurde zumeist in der Weise gesucht, daß das quartäre Inlandeis die Erdkruste durch seine Last herabgedrückt habe, worauf das Land, von der Last befreit, wieder emporgestiegen sei.[8]) Aber abgesehen davon, daß die zweimalige Unterbrechung der Hebung durch Senkungen in Skandinavien sich in dieses Schema nicht einfügen läßt, widerspricht dieser Erklärung namentlich die Tatsache, daß an der norwegischen Küste die höheren älteren Terrassen steiler gegen das Meer zu geneigt sind als die tieferen. Der Um-

7) Sieger, Seeschwankungen und Strandverschiebungen in Skandinavien. Z. Ges. f. Erdk. Berlin 1893.

8) A. M. Hansen, Norges geol. Undersögelse 1896–1900.

Digitized by Google

fang der Hebung hat also hier zugenommen zu einer Zeit, als das Land längst vom Inlandeis befreit war. Es erscheint daher viel wahrscheinlicher, das ganze Phänomen als eine von der einstigen Eisbedeckung unabhängige epirogenetische Bewegung aufzufassen, deren Bereich nur zufällig mit der Verbreitung des letzten Inlandeises zusammenfällt.

Unter den Strandverschiebungen in mittleren Breiten haben, abgesehen von den lokalen, mit Erdbeben oder vulkanischen Erschütterungen zusammenhängenden oder durch die zerstörende und aufbauende Tätigkeit des Meeres hervorgerufenen Erscheinungen, namentlich die des europäischen Mittelmeers eine eingehendere Untersuchung erfahren und zu der Annahme geführt, daß im Bereich des ganzen Meeres ein ruckweises Sinken der Strandlinie in junger geologischer Vergangenheit stattgefunden habe, dem durch die historische Zeit bis zur Gegenwart eine Hebung des Meeresspiegels gefolgt sei.[9]) Aber die verschiedene Höhenlage der jungtertiären und diluvialen Ablagerungen spricht auch hier entschieden für verschieden gerichtete vertikale Bewegungen des Landes im Sinne von Aufwölbungen und Einmuldungen, nicht für eine gleichmäßige zuerst positive, dann negative, d. h. ansteigende und absinkende Strandverschiebung durch Bewegungen des Meeresspiegels. Auch an anderen Küsten der Nordhalbkugel und auch in niederen Breiten finden wir nirgends sichere Beweise für gleichsinnige und gleichzeitige Bewegungen des Meeresspiegels und nichts berechtigt zu der von E. Sueß ausgesprochenen Idee einer allgemeinen Oszillation des Meeres zwischen den Polen und dem Äquator, derart, daß positiven Strandverschiebungen in niederen Breiten negative in den höheren gegenüberstünden; ebensowenig kann heute noch aus der Verbreitung der Koralleninseln und der untergetauchten Täler, die als Ästuare und Buchten entgegentreten, auf eine allgemeine und gleichzeitige positive Strandverschiebung in junger Vergangenheit geschlossen werden, die später durch Hebungen des Landes zum Teil wieder kompensiert wurde.

Alle Beobachtungen lehren also, daß es sich bei den säkularen Niveauschwankungen des Meeresspiegels um ungleichförmige He-

9) De Lamothe, C. R. acad. d. sciences Paris 1906, VI. — Gnirs, Mitt. k. k. geogr. Ges. Wien 1908; W. v. Keßlitz, ebda. 1912.

Digitized by Google

bungs- und Senkungserscheinungen des Landes ohne gesetzmäßige geographische Verbreitung handelt. Wenn am Lande oder am Meeresboden ausgedehnte Aufwölbungen oder Einmuldungen auftreten, so hängt es von der Lage des Meeresspiegels zu der jeweiligen Grenze zwischen dem aufsteigenden und absteigenden Ast der Faltenwelle ab, welche Niveauveränderung zustande kommt. Es sind also diese und wohl auch die großen Transgressionen und Regressionen der älteren Meere nicht durch aktive Bewegungen des Meeresspiegels, sondern durch weiträumige Bewegungen der Erdkruste verursacht, deren letzte Ursachen uns aber ebenso wie die der tektonischen Bewegungen noch unbekannt sind.

3. Die vulkanischen Erscheinungen

wirken unmittelbar formenaufbauend, indem durch sie in unregelmäßigen Intervallen, intermittierend, aus der Tiefe Material in schmelzflüssigem Zustand, sog. Magma, nach oben befördert und hier entweder als flüssige Lava oder in Form lockerer Auswürflinge, als Asche und Tuff, vulkanischer Sand, vulkanische Bomben und Blöcke abgesetzt wird. Gelangen die Massen nicht bis zur Oberfläche, so spricht man von kryptovulkanischen Erscheinungen; dahin gehören die in großen Tiefen erstarrten Lakkolithe, aber auch die als kreisrunde oder ovale Hohlformen entgegentretenden, durch Explosionen entstandenen Maare, die nur von spärlichen lockeren Auswürflingen umgeben sind. Wo der Lavaherd durch einen Schlot mit der Oberfläche in Verbindung steht, entsteht ein Vulkan. Charakter und Verlauf einer vulkanischen Eruption hängen namentlich von der Beschaffenheit des Magmas ab. Bei den gemischten Eruptionen vom sog. Vesuvtypus vollzieht sich die Eruption nach einleitenden Erdbeben und dem Auswerfen von Bomben in zwei Phasen, dem Aschenauswurf bei noch hochgradiger Durchtränkung des Magmas mit Gasen und dem meist ruhigen Lavaerguß. Bei den einfachen Explosionen, die oft zerstörender wirken, wird bisweilen Asche und Bimsstein, aber keine Lava gefördert (Krakatau 1883, Tarawera 1886, Bandaisan 1888 ohne jede Magmaförderung). Die Eruptionen der Mtge. Pelée auf Martinique (1902/3) wurden morphologisch dadurch bedeutungsvoll, daß hier dem ersten Gas- und Aschenausbruch der Aufbau eines Kegels aus sehr zäh-

Digitized by Google

flüssiger Lava folgte, aus dessen Flanke eine spitze Felsnadel emporwuchs, die freilich bald wieder zusammenbrach. Reine Lavaeruptionen sind vertreten durch die seit dem Altertum mehrmals wiederholten andesitischen Ausbrüche auf Santorin, sowie durch die riesigen flachen basaltischen Kegel der Hawaiigruppe mit dem noch tätigen, von einem Lavasee erfüllten Krater Kilauea. Allen diesen Zentraleruptionen stehen die von langgestreckten Spalten ausgehenden Labial- oder Spaltenergüsse gegenüber (Island, Dekkan, Oregon, Ostsibirien u. a.); doch sind zwischen diesen beiden Typen Übergänge vorhanden und es können in einem Vulkangebiet Erscheinungen der verschiedensten Art nebeneinander vorkommen, wie das namentlich auf Island der Fall ist.

Diesen verschiedenen Typen der Eruptionen und dem verschiedenen Material entsprechen zumeist auch gewisse aufgebaute Formen: 1. homogene Lavavulkane entstehen durch eine einzige zentrale Lavaeruption; sie erscheinen je nach der Zähflüssigkeit der Lava als mehr oder weniger steile Kegelberge und werden Quell- oder Staukuppen genannt (Inseln von Santorin). Bei mehrmals wiederholten Ergüssen dünnflüssiger Lava entstehen flache Kuppeln (Hawaiivulkane, Dyngja auf Island). 2. Durch labiale Ergüsse entstehen bei zähflüssiger Lava langgestreckte Gebirgszüge oder bei dünnflüssiger ausgedehnte Tafeln und Plateaus (Oregon). 3. Homogene Aschen- oder Tuffvulkane sind seltene, meist unbedeutende und vergängliche Formen mit steilwandigen, schachtähnlichen Kratern, die aber durch mehrfache Wiederholung des Ausbruches ansehnliche Höhen erreichen können. Hierher gehören die meisten der in historischer Zeit entstandenen Neubildungen, wie der M. Nuovo vom Jahre 1538 (139 m), der im Jahre 1759 zu 500 m Höhe aufgebaute, jetzt aber 1220 m hohe Jorullo in Mexiko und wahrscheinlich auch der Fusiyama (3780 m). 4. Der häufigste Typus sind die durch mehrmalige und anhaltende Aufschüttung um einen Schlot entstandenen, aus einem Gerüst von Lavaströmen und Gängen und aus lockeren Massen aufgebauten polygenen Stratovulkane (Abb. 4), die dann, wenn das Eruptionszentrum in konstanter Lage geblieben ist, als regelmäßige Kegelberge mit meist nach oben allmählich steiler werdender Profillinie sich erheben. Dahin ge-

Digitized by Google

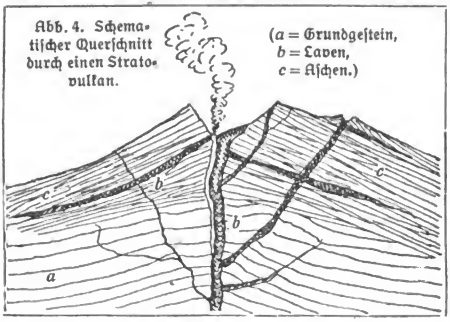

Abb. 4. Schematischer Querschnitt durch einen Stratovulkan.

hören die großen Vulkane Mexikos, der Anden und des Kaukasus, die sich auf hohem Sockel aufbauen, und die Inselvulkane der Azoren, Canaren, Maskarenen u. v. a., die aus Tiefen von 4 bis 5000 m aufsteigen. Komplikationen ergeben sich durch Veränderungen des Eruptionstypus, so z. B. beim Vesuv, wo nach Wegsprengung eines alten zentralen Kegels durch eine vorhistorische Explosion ein neuer zentraler Kegel aufgebaut wurde, den der Graben des Atrio von den Steilabfällen der Somma trennt, oder durch Verlegung des Eruptionszentrums und die Bildung neuer Kegel und Krater, wie beim Ätna oder beim Kilimandscharo, durch Lateralausbrüche und Bildung sog. Adventivkrater, wie gleichfalls beim Ätna. Auffallend breite, kesselförmig gebaute Krater werden nach dem auf der Canaren-Insel Palma üblichen Ausdruck als Caldera bezeichnet; sie können sowohl durch Explosionen, als durch Einsturz eines Kegels oder durch Erweiterung eines normalen Kraters durch Abbrüche entstehen. Ist die Eruptionsstelle von Anfang an veränderlich, so kommt es überhaupt zu keinem größeren Kegelaufbau, sondern es verwachsen die Mantelflächen der einzelnen kleinen Kegel zu einem welligen Gelände mit zahlreichen kleinen Kratern (Phlegräische Felder bei Neapel); in größerem Maßstab führt dieser Prozeß zum Aufbau ausgedehnter vulkanischer Kamm- und Kuppengebirge (Böhmisches Mittelgebirge, Siebengebirge am Rhein, Hargita in Siebenbürgen).

4. Die Erdbeben

kommen nur als Begleiterscheinungen tektonischer, vulkanischer und epirogenetischer Bewegungen in Betracht. Je nach der Form der Linien gleichzeitiger Erschütterung oder Homoseisten lassen sich zentrale Beben mit ungefähr kreisrunden Homoseisten, line-

Digitized by Google

are Beben, bei denen das Epizentrum eine Linie, nämlich eine noch aktive Bruchlinie ist und die homoseisten langgestreckt-ovale Form haben, endlich Flächenbeben ohne deutlich erkennbares Epizentrum unterscheiden. Die zentralen Beben sind meist die Begleiterscheinungen vulkanischer Eruptionen, zwar oft von sehr verheerender Intensität, aber beschränkter Ausdehnung. Die weitaus überwiegende Zahl von Beben sind tektonische oder Dislokationsbeben, nämlich an bestimmte tektonische Linien in habituellen Schüttergebieten, also solchen jugendlicher, noch nicht abgeschlossener Gebirgsbildung gebunden; es steht daher ihre geographische Verbreitung in engster Beziehung zu der der jungen Gebirge.[10]) Viele Epizentren liegen im Meere und erzeugen die sog. Seebeben.

Die morphologische Wirksamkeit der Erdbeben besteht zum Teil in Spaltenbildung in lockerem Boden, verbunden mit dem Aufsteigen von Grundwasser, in der Ablösung von Bergstürzen und Rutschungen, wie bei dem Beben von Wjernij im transilenischen Alatau (1887) und in noch großartigerer Weise bei dem großen ostindischen Beben von 1897 in den Khassia-Bergen, gelegentlich aber auch in der Bildung von Dislokationen in festem Fels mit Verschiebungen in der Vertikalen und Horizontalen. Solche Auslösungen bereits bestehender Spannungen an aktiven Bruchlinien traten u. a. ein bei den Beben in Nippon 1891 und 1896, in Belutschistan 1892, in Lokris 1894, in Kalifornien 1868 und 1906, an der Yakutat-Bai in Alaska 1899 mit Niveauveränderungen von einigen Metern und etwa ebenso großen Horizontalverschiebungen. Wo solche Bewegungen an der Küste auftreten, erzeugen sie eine unmittelbar ablesbare Hebung oder Senkung des Meeresspiegels, wie dies 1855 an der die beiden Inseln von Neu-Seeland trennenden Meeresstraße der Fall war. Derartige Bewegungen sind ein wichtiger Hinweis auf die tatsächliche Existenz von Krustenverschiebungen auch nach aufwärts und auf die Fortdauer tektonischer Prozesse, namentlich in den nach ihrem innern Bau als labil zu bezeichnenden Teilen der Erdkruste.

10) Frech, Pet. Mitt. 1907 (mit Karte); Rudolph, C. R. XI. Congrès géol. internat. 1910.

Digitized by Google

III. Übersicht der exogenen Vorgänge.

Dem Aufbau von neuen Formen durch die endogenen Kräfte wirkt vom ersten Augenblick an ihre Zerstörung oder Abtragung entgegen, die eine Einebnung der Formen zu erzielen strebt. Ein vorbereitendes Stadium der Abtragung bilden die durch mechanische oder chemische Einflüsse vorsichgehenden Prozesse der Verwitterung. Im übrigen vollzieht sich die Abtragung vielfach nur vorwiegend unter dem Einfluß der Schwerkraft, wodurch Massen von höherer nach tieferer Lage bewegt werden, als sog. Massenbewegungen oder Bodenversetzungen; sie betreffen entweder oberflächliche lockere Bodenarten oder anstehende Gesteinsmassen. Zumeist aber geschieht die Zerstörung der Landformen durch ein bewegtes Medium, das fließende Wasser, das strömende Eis oder die bewegte Luft, von denen erstere vorwiegend linear, diese flächenhaft arbeitet. Ihre Tätigkeit besteht zunächst in der Zerstörung anstehender Gesteinsoberflächen als sog. Korrosion, ferner in der Schaffung räumlich begrenzter Hohlformen, der Erosion, in der Fortführung der gelockerten Gesteinsbestandteile, vermehrt um die durch die Massenbewegungen zugetragenen Materialien, also einem Massentransport, endlich in der Ablagerung derselben oder Akkumulation. Es lassen sich daher alle Wirkungen auf dem Lande und die durch sie erzeugten Formen in fluviative, glaziale und äolische unterscheiden, wozu in der Grenzzone von Land und Wasser noch die unter der Einwirkung des Meeres sich abspielenden marinen Vorgänge hinzukommen. In der Mitte zwischen den Massenbewegungen und den durch ein bewegtes Agens verursachten Vorgängen steht die Abspülung durch das flächenhaft abrinnende Regenwasser unter Mitwirkung der Schwerkraft. Der Ausdruck Denudation wird entweder im wörtlichen Sinne als eine Entblößung der festen Gesteinsflächen von ihrer lockeren Bodendecke oder allgemein im Sinne einer flächenhaft wirkenden Abtragung verstanden.[11])

Sowohl für den Vorgang und das Ausmaß der Zerstörung als

11) Bezüglich der Terminologie und Klassifikation der exogenen Kräfte vgl. u. a. Hettner, Geogr. Z. 1911, Sölch, Geogr. Anz. 1912, Böhm, Pet. Mitt. 1913 I.

Digitized by Google

für die Ausbildung der dadurch bedingten Formen sind die klimatischen Verhältnisse und der herrschende Gesteinscharakter von hoher Bedeutung. Jene sind vielfach für das in Betracht kommende Agens ausschlaggebend und bewirken, daß andere Agentien entweder ganz ausgeschaltet oder in ihrer Wirkung beeinträchtigt werden. Daher sind Klimaveränderungen von größerem Ausmaß von großer morphologischer Bedeutung; oft trifft man Formen, die aus den heute herrschenden klimatischen Verhältnissen nicht abgeleitet werden können und sich aus der Zeit eines anderen Klimas erhalten haben, z. B. die morphologischen Spuren einer ehemaligen Vergletscherung, eines Wüstenklimas in heute regenreichen Gegenden oder umgekehrt; solche Formen und Erscheinungen bezeichnet Passarge als disharmonische.

Noch maßgebender für die Wirkung der zerstörenden Kräfte ist mitunter die Gesteinsbeschaffenheit, wobei nicht nur die petrographische Zusammensetzung und Härte des Gesteins, sondern sein Gesamtverhalten gegenüber den mechanischen und chemischen Einwirkungen, also seine Zerklüftung, Durchlässigkeit, Löslichkeit, Struktur, Textur und Lagerungsverhältnisse in Betracht kommen. Aber auch bei gleichen Gesteinsverhältnissen bedingt die verschiedene Intensität und Art der zerstörenden Kräfte wesentliche Formenunterschiede. So bildet der Granit im alpinen Hochgebirge ganz andere Formen als im deutschen Mittelgebirge. Der Kalk erweist sich in unserem Klima als widerstandsfähig; im sehr feuchten Klima der Ostseite Nordamerikas unterliegt er infolge seiner Löslichkeit der Zerstörung leichter als die quarzreichen Gesteine. Ferner kommt der Gesteinscharakter für die Ausbildung der Formen umso mehr zur Geltung, je länger eine Landschaft der Wirksamkeit der exogenen Kräfte ausgesetzt ist. So sieht ein junges Tal im Kalk einem solchen im Schiefer ziemlich ähnlich; weit größer sind die Formenunterschiede, wenn die Prozesse der Erosion und der damit verbundenen Massenbewegungen bereits weiter vorgeschritten sind. Gegen das Ende der Entwicklung aber treten die Einflüsse der Gesteinsbeschaffenheit wieder zurück.

Im allgemeinen gilt[12]), daß sehr feinkörnige und homogene Gesteine, z. B. dichte Kalke oder Basalte, widerstandsfähiger sind

12) Rühl, Eine neue Methode auf dem Gebiete der Geomorphologie, Fortschritte der naturwiss. Forschung VI. Berlin 1914.

Digitized by Google

als grobkörnige und Trümmergesteine. Daher haben Gesteine sehr verschiedener Entstehung infolge gleicher Textur ähnliche morphologische Bedeutung. Als besondere Typengruppen lassen sich unterscheiden: 1. Massengesteine von granitischer oder porphyrischer Ausbildung und quarzreiche kristallinische Schiefer; 2. Undurchlässige Schichtgesteine (tonige und mergelige Gesteine) und ihnen nahestehend die verschiedenartigen weichen Schiefer; 3. Durchlässige, aber unlösliche Gesteine (Sandsteine und Konglomärate, namentlich mit quarzigem Zement); 4. Durchlässige, aber mehr oder weniger lösliche Gesteine (Kalke, einige Dolomite, Salz und Gips).

Die exogenen Kräfte wirken in der ihnen durch Klima und Material vorgezeichneten Weise so lange ungestört, als nicht die endogenen Kräfte noch andauern oder nach längerer Ruhe neuerlich tätig werden. Ihre Wirkung ist dabei beschränkt durch die jeweilige Lage des Meeresspiegels; er bildet (nach Penck) das absolute untere Denudationsniveau, unter das, die Depressionsgebiete ausgenommen, die Abtragung nicht fortschreiten kann. Nach oben ist ihre Wirkung begrenzt durch ein durch die höchsten Gipfel gelegtes oberes Denudationsniveau. Jede Veränderung des Vertikalabstandes dieser Niveaus beeinflußt daher die Wirkungen der zerstörenden Vorgänge, indem sie das Gefälle und damit die lebendige Kraft verändert. Je mehr die beiden Niveaus aneinanderrücken und je näher damit die Zerstörung ihrem Endziele, der Abtragung bis zum Meeresniveau kommt, desto langsamer vollzieht sich der gesamte Vorgang und nähert sich endlich asymptotisch seinem Ziele.

IV. Die Massenbewegungen.

1. Verwitterung und Bodenbildung.

Die mechanische Verwitterung besteht in der oberflächlichen Lockerung des Gesteinsgefüges und der Auflösung des Gesteins in Bruchstücke ohne substantielle Veränderungen. Als wichtiger Faktor kommen zunächst in Betracht die Temperaturschwankungen, nämlich Ausdehnung des Gesteines durch Erwärmung, namentlich durch Insolation, und Zusammenziehung bei der Abkühlung längs der stets vorhandenen feinsten Klüfte, wobei der

Digitized by Google

verschiedene Ausdehnungskoeffizient der Gesteine, aber auch die Farbe und Rauheit der Oberfläche von Einfluß sind. Sehr wesentlich ist ferner die Wirkung des Spaltenfrostes infolge der Ausdehnung des in Spalten eingedrungenen und gefrierenden Wassers, endlich die lockernde Arbeit der Wurzeln und mancher Bodentiere, mitunter auch der Blitz. Unterstützt wird auch der Zerfall durch die bei fast allen Gesteinen vorkommenden größeren Klüfte verschiedener Entstehung und Anordnung. Wind und Regen kommen insofern in Betracht, als sie die gelockerten Partikel fortführen und stets neue Oberflächen der Wirkung der atmosphärischen Einflüsse aussetzen. Indem die mechanische Zersetzung längs der Klüfte des Gesteins fortschreitet und sie erweitert, bringt sie auch in das Innere vor und löst allmählich immer mächtigere Massen in Scherben, Trümmer, feineren Grus und Sand auf. Die Gebiete der intensivsten Gesteinszerstörung sind die Trockenregionen mit ihren exzessiven Temperaturschwankungen, die Hochgebirge und Polargebiete durch den häufig wirkenden Spaltenfrost.

Die chemische Verwitterung wirkt verändernd auf die Gesteinszusammensetzung durch die meteorischen und Sickerwässer, indem diese infolge ihres Gehaltes an Sauerstoff, Kohlensäure und organischen Stoffen auf die einzelnen Gesteine in verschiedenem Maße löslich wirken. Bei der Zersetzung der Silikate werden die Alkalien und alkalischen Erdmetalle frei und gehen in Lösung, während wasserhaltiges Aluminiumsilikat ausgeschieden wird. Wesentlich größer ist die Löslichkeit der Karbonate, namentlich unter Mitwirkung der Kohlensäure, noch größer die von Salz und Gips. Alle diese hydrochemischen Vorgänge gehen bei höheren Temperaturen besonders kräftig vor sich; es sind daher die heißfeuchten Gebiete der hauptsächliche Schauplatz der chemischen Verwitterung. Neben dem Wasser wirken zersetzend Tiere durch die bei der Verwesung sich ausscheidenden Stoffe (Kohlensäure, Ammoniak und Salpetersäure), namentlich aber Pflanzen, aus deren Zersetzung sich Kohlensäure und humussaure Verbindungen entwickeln, die auf viele Gesteine lösend wirken (sog. humose Verwitterung); überdies kommt bei den Pflanzen auch die lösende Wirkung der von den Wurzeln ausgeschiedenen organischen Säuren in Betracht. Besonders zerstörend wirken auch

Digitized by Google

auf festen Gesteinsoberflächen Krusten- und Schorfflechten und mikroskopisch kleine nitrifizierende Organismen. Aus der Mischung der mechanischen Verwitterungsreste des Gesteins mit den organischen Zersetzungsprodukten, die durch die Tätigkeit von Bodentieren, namentlich von Würmern und Ameisen, in hohem Grade gefördert wird, geht die oberflächliche Ackerkrume oder der Humus hervor. Wenn das Wasser an gelösten Stoffen übersättigt ist, so daß es zu deren Ausscheidung kommt, hört die lösende Wirkung auf. Andererseits aber schützen die undurchlässigen lehmigen Verwitterungsrückstände das Gestein örtlich vor der Zersetzung, indem sie seine Klüfte verstopfen. Daher trifft man an der Oberfläche vieler Gesteine sackförmig in die Tiefe gehende, von Verwitterungsrückständen erfüllte Schlote und Taschen, die sog. geologischen Orgeln, zwischen stehengebliebenen unzersetzten Gesteinspartien.

Nach der Art der verwitternden Vorgänge lassen sich folgende Regionen unterscheiden:

a) **Die heißfeuchten Tropengebiete** besitzen unter der Einwirkung warmer Regen und des üppigen Pflanzenwuchses tiefgründige Verwitterungsböden, die kaum irgendwo das feste Gestein zutage treten lassen. Als charakteristische Bodenart dieser Zone gilt der Laterit, unter welchem Namen aber oft sehr verschiedene Böden zusammengefaßt werden.[13]) Unter typischem Laterit versteht man heute nur Böden mit einem erheblichen Gehalt an Tonerde-Oxydhydraten, ohne Kieselsäure und mit einem wechselvollen Gehalt an Eisenoxyd, der die mehr oder weniger rote Farbe erzeugt. Seine Entstehung hängt sehr wahrscheinlich mit dem geringen Vorrat an Humusstoffen zusammen, der eine Folge der sehr energischen Vernichtung der abgestorbenen Pflanzensubstanz durch Bakterien und Erdtiere ist, so daß die hydrolytische Wirkung des Wassers auf die Silikatgesteine rein zur Geltung kommt, die Kieselsäure frei wird und an anderen Stellen in Konkretionen ausgeschieden wird, während Tonerde und Eisenoxyd aus dem Muttergestein zurückbleiben. Weit verbreiteter als der an Ort und Stelle entstandene Laterit mit zelliger Struktur ist der abgeschwemmte und umgelagerte, konkretionäre. Der Laterit ist keineswegs die einzige oder auch nur vorherrschende Bodenart der Tropen, wenn auch seine Verbreitung auf diese beschränkt ist; vielmehr kommt es auch hier zur Bildung kaolinischer Verwitterungslehme, die mit denen kühlerer Breiten große Ähnlichkeit besitzen.

13) Aus der reichen Literatur über den Laterit seien genannt: Bauer, Pet. Mitt. 1898, Du Bois in Tschermaks mineral. u. petrograph. Mitt. 1903, Volz, Nordsumatra I. 1909, Meigen, Geol. Rundschau 1911, Stremme, Z. Ges. Erdk. Berlin 1916.

Digitized by Google

b) In den **heißtrockenen Kontinentalgebieten** herrschen die durch mechanischen Gesteinszerfall gebildeten Produkte, Staub, Sand und Schutt; bei etwas größerer Feuchtigkeit in den sog. Salzsteppen kommt es beim kapillaren Emporsteigen des Bodenwassers und seiner Verdunstung zur Ausscheidung (sog. Efflureszenz) der Salze und zur Bildung von harten Kalk- oder Gipskrusten über mürbem Gestein und lockerem Boden. In den eigentlichen Steppen herrschen humusarme, meist salzreiche und bei Bewässerung sehr fruchtbare Böden.

c) Die **subtropische Zone** mit heißen Sommern und warmen, niederschlagsreichen Wintern, namentlich die mediterrane Zone Europas, ist gekennzeichnet durch wenig ausgewaschene, ziemlich humusarme, eisenreiche rote Böden mit einem hohen Gehalt an Kieselsäure. In den weniger warmen feuchten Teilen werden diese Roterden durch Gelberden vertreten; doch sind zellige Roterden auch das Verwitterungsprodukt der regenreicheren Savannen. Die Terra rossa der mediterranen Karstgebiete ist nur auf Kalkboden beschränkt. Ihre Bildung ist zum Teil auf die Lösung des Kalkes durch kohlensäurehaltiges Wasser zurückzuführen, wobei als Lösungsrückstand Tonerde zurückbleibt; zum Teil aber handelt es sich überdies um Bestandteile, die schon vorher im Gestein als Ausfüllung von Klüften oder als Zement von Breccien vorhanden waren.[14]) Wichtig für die Eisenanreicherung aber dürfte noch die sog. metasomatische Verdrängung des Kalkes durch geologische Diffusion und seine Ersetzung durch Ausscheidung aus zirkulierenden Eisenlösungen sein, die auch aus weiter Entfernung zugeführt sein können.[14a]) Jedenfalls darf nicht für alle Roterden dieser Zone die gleiche Entstehung angenommen werden.

d) In den **höheren Breiten** der gemäßigten Zone bei gleichmäßig verteilten Niederschlägen halten sich chemische und mechanische Verwitterung ungefähr das Gleichgewicht; neben der Kohlensäureverwitterung spielt die humose bereits eine größere Rolle. Daher bilden sich durch Auswaschung der löslichen Salze und Karbonate und ohne größere Anreicherung von Eisenverbindungen meist braune Böden von mittlerem Humusgehalt und von verschiedener mineralischer Zusammensetzung, die als Braun- oder Schwarzerden zusammengefaßt werden; hierher gehört auch der Tschernosjom Südrußlands.

e) In noch höheren Breiten herrscht die Humusverwitterung vor; es entstehen sehr humusreiche, stark ausgelaugte, an mineralischen Stoffen arme und durch Fortführung der Eisenverbindungen oberflächlich gebleichte Böden von grauer Farbe. Es ist das die Zone der Grauerden (Podsol Nordrußlands) und zugleich die der nordischen Nadelhölzer, Heiden und Moore; sie geht nach Norden in die Tundraböden mit unvollkommen zersetzten organischen Resten über.

Eine andere Einteilung der Böden beruht auf ihrer geologischen Entstehung; danach lassen sich eluviale, durch Verwitterung an Ort und

14) Graf zu Leiningen, Mitt. geol. Ges. Wien 1915 VIII.

14a) Liesegang, Geologische Diffusionen, Dresden 1913; Blanck, Geol. Rundschau 1916 VII.

Digitized by Google

Stelle entstandene, alluviale, aus der Verwitterung fluvialer und äolischer Ablagerungen hervorgegangene, und kolluviale Böden unterscheiden, bei deren Ablagerung Abspülung durch den Regen die Hauptrolle spielt und zu denen alle Lehme gehören. Nach den physikalischen Eigenschaften endlich lassen sich Fels-, Sand-, Staub-, Lehm-Ton-, Mergel-, Kalk- und Humusböden unterscheiden.

Die Verwitterungsformen des anstehenden Gesteins treten selten vollkommen rein auf und kombinieren sich zumeist mit den Formen der Abspülung. Die erste Wirkung ist in unserem Klima die Bildung einer matten und mürben Verwitterungsrinde. Durch Abbröckelung des verwitterten Materials entstehen Löcher und Hohlräume, oft auch unter Erhaltung einer schwerer verwitterbaren Hartrinde, die auf Korsika sog. Tafoni; andere Formen, die auf der verschiedenen Widerstandsfähigkeit der einzelnen Gesteinspartien beruhen, sind natürliche Brücken, Pfeiler, Türme, Klippen, so z. B. im Quadersandstein der Sächsischen Schweiz; aus weicherem Gestein herauspräparierte Eruptiv- oder Quarzgänge erscheinen als mauerartige Erhebungen. In der Gipfelregion erzeugt die Verwitterung in kristallinischen Massen- und Schiefergesteinen je nach der Anordnung der Absonderungsklüfte und unterstützt durch Ausspülung und Verwehung des gelockerten Materials eigentümliche Kanzel- oder Ruinenformen oder eine völlige Auflösung des Gesteins in übereinandergetürmte Blöcke (Blockgipfel); auf gleichen Wirkungen beruhen die die Kammregion bedeckenden Block- oder Felsenmeere der deutschen Mittelgebirge. In weichem Schiefer ist oft die ganze Gipfelmasse tiefgründig verwittert und morsch. Auch die Form der Gipfel und Grate wird durch die Lagerung und Klüftigkeit der Gesteine bestimmt. So entstehen bei horizontaler Lagerung Tafelberge mit steilen Abfällen, bei steil aufgerichteten Schichten im Hochgebirge scharfgezackte oder gezähnte Sägegrate oder bei stark gebogenen Schichten Sichelgrate; gleichmäßig weiche Schiefer bilden flache Kuppen und langgedehnte Rücken, härtere homogene Massengesteine steilere kegelartige Gipfel. Senkrechte Wände treten namentlich bei plattiger Absonderung auf; werden sie von weicheren Schichten unterlagert, so führt deren Verwitterung zu Untergrabung und Abbruch der überhängenden Partien und damit bereits zu Massenbewegungen von größerem Ausmaß. So erzeugt die mechanische Verwitterung je nach der Gesteinsbeschaf-

Digitized by Google

fenheit einen unendlichen Reichtum an Kleinformen, für deren Bildung aber stets das gleiche Gesetz der verschiedenen Widerstandsfähigkeit maßgebend ist.

2. Bewegungen lockerer Massen.

Die von der Verwitterung losgelösten Teilchen folgen dem Einfluß der Schwerkraft und häufen sich auf schiefen Ebenen unter einem Winkel an, der weniger von der Größe der Bestandteile als von ihrem gegenseitigen Reibungswiderstand, also von ihrer Rauhheit und Eckigkeit abhängt und bei trockenen Aufschüttungen etwa 25—38° beträgt. So entstehen am Fuße steilerer Gehänge und Felswände die aus den Steinschlagrinnen herauswachsenden Schutthalden (Abb. 5); die Größe des Materials nimmt nach unten zu. Bei langsamem Wachstum bedecken sie sich teilweise mit Vegetation, bei raschem Wachstum, namentlich in der Wüste steigen sie allmählich am Gehänge aufwärts und hüllen ganze Ketten ein. Wird eine Schutthalde an ihrem Fuß durch einen Fluß angeschnitten, so gerät sie in Rutschung unter Bildung von Querwülsten. Auch Temperaturschwankungen und Frostwirkungen erzeugen durch Ausdehnung und Zusammenziehen langsame Abwärtsbewegungen. Bei starker Durchtränkung, namentlich bei rascher Schneeschmelze verwandeln sich die Schutthalden in flache, sich weit von ihrem Ursprungsort verbreitende, gletscherähnliche Schuttströme mit aufgewölbter wulstiger Oberfläche und steilen Rändern. Man kennt sie namentlich aus Trockengebieten, wie aus den Rocky Mts.[15]) und Zentralasien (Abb. 6, auf Taf. I). Wahrscheinlich sind solche Ablagerungen auch mehrfach in Mitteleuropa aus einer früheren Klimaperiode vorhanden. In vielen Gebirgen vergesellschaften sich die Schutthalden mit Lawinenkegeln, da die Stein-

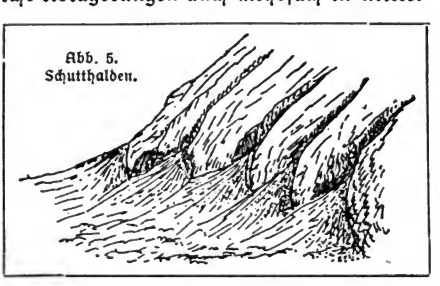

Abb. 5.
Schutthalden.

15) Howe, Landslides in the San Juan Mts., Profess. Paper. U. S. Geol. Surv. 1903.

Digitized by Google

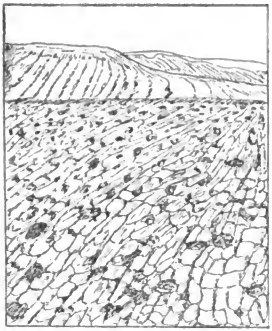

Abb. 7. Durch Erdfließen verzerrter Polygonboden auf Kap Wijk in Spitzbergen. (Nach einer Photographie von B. Högbom.)

schlagrinnen oft auch Lawinenbahnen und gelegentlich sogar Wildwasserfurchen sind, so daß Übergänge zu den Schwemmkegeln eintreten.

Eine für die polaren Gegenden charakteristische Form der Schuttbewegung ist der Bodenfluß oder die Solifluktion.[16]) Bei starker Durchtränkung und mangelhafter Vegetationsbedeckung bilden sich übereinander angeordnete Wülste auf geneigten Flächen, entstanden durch eine ruckweise Bewegung des Schlammes, der die Rasendecke vorschob und überwälzte. Diese Bewegung geschieht entweder zusammenhängend in breiter Front oder aufgelöst in einzelne Zungen. Davon ist zu unterscheiden der sog. Polygon- oder Strukturboden (Abb. 7), wobei auf ebenem Terrain die bloße Erde in ziemlich regelmäßige Vielecke oder auch Kreise geteilt erscheint, getrennt durch offene Spalten oder Wälle von hochkant gestellten Steinen. Wahrscheinlich handelt es sich dabei um Druckvorgänge beim Gefrieren des Bodens, womit Ausdehnung verbunden ist. Ganz rätselhaft sind noch die sich nicht unmittelbar berührenden kreisrunden Beete.

Von den Schutthalden ist der Gehängeschutt zu unterscheiden, das dem Gehänge unmittelbar auflagernde Verwitterungsmaterial. Auch dieses kommt, wie zuerst Götzinger gezeigt hat[17]), durch Durchtränkung unter der Vegetationsdecke in eine sehr langsame, kriechende Bewegung. Diese hat eine große morphologische Bedeutung, indem dadurch allmählich scharfe Kämme in breite Rücken umgewandelt und diese vom neuen der Verwitterung preisgegeben, Täler zum Teil ausgefüllt und Störungen im Längsprofil verursacht werden. Anstehende Gesteinsschichten

16) Nordenskjöld, Geogr. Z. 1907, Sapper, Geol. Rundschau 1913 IV., Diskussion über Bodenfluß Z. Ges. Erdk. Berlin 1912.

17) Beiträge zur Entstehung der Bergrückenformen, Geogr. Abh. IX. 1. 1907; vgl. Passarge, Geogr. Zeitschr., 1912, und Götzinger, ebda. 1912.

Digitized by Google

werden durch den wandernden Schutt umgebogen (sog. Hackenwerfen) oder verdrückt. Durchtränkung, Frost, die Tätigkeit der Bodentiere und das Wachsen der Baumwurzeln beschleunigen die Bewegung; sogar auf sehr schwach geneigten Flächen fehlt sie nicht ganz. Auch für die tropischen Waldgebiete sind solche Bodenversetzungen anzunehmen, wenn sie hier auch etwas anders verlaufen mögen als in mittleren Breiten.[18])

Sobald die Durchtränkung sehr groß geworden ist, reißt sich an steileren Böschungen ein Teil des Schuttmantels von der Felsunterlage ab und es entsteht eine Rutschung. Oft gerät nicht nur die Schuttdecke, sondern größere Massen anstehender tonreicher, undurchlässiger Gesteine in eine derartige, halb rutschende, halb fließende Bewegung; damit ist der Übergang hergestellt zu den

3. Bewegungen anstehender Gesteinsmassen.

Die Bedingungen für ihre Entstehung sind gegeben, wenn der Zug nach abwärts größer wird als die Summe von Kohäsion und Reibung. Erstere wird verringert bei steil mit dem Gehänge fallenden Kluft- oder Schichtflächen, besonders wenn sie durch noch steilere Böschungen schräg durchschnitten und übersteile Böschungen durch rinnendes Wasser unterschnitten werden; die Reibung wird verringert durch das Auftreten von tonigen Einschaltungen zwischen zwei Schichtbänken oder bei Unterlagerung einer durchlässigen Schicht durch eine undurchlässige von hoher Wasserkapazität. Im allgemeinen neigen synklinal gebaute Gehänge weniger zu Gleitbewegungen als antiklinale; doch können selbst bei horizontaler Lagerung tonige Schichten durch den Druck darüberlagernder permeabler mächtiger Schichten zu seitlichem Ausweichen und zu Stauchungen gebracht werden, wie das bei den mergeligen Cassianerschichten an der Basis der Südtiroler Dolomite der Fall ist.

Je nach der Art der Bewegung, dem Charakter des Gesteins und den Dimensionen der bewegten Massen lassen sich Gleit-, Rutsch- und Sturzbewegungen von weichem oder felsigem Material unterscheiden.[19]) Bei ersterem spricht man auch von Erd-

18) Volz, Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin 1913 und Sapper Abtragungsvorgänge in den Tropen, Geogr. Z. 1914.

19) Braun, Über Bodenbewegungen, XI. J. Ber. Geogr. Ges. Greifswald 1908.

Digitized by Google

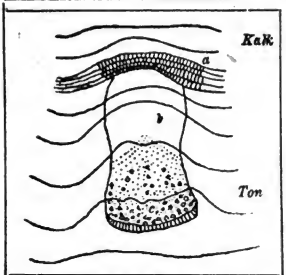

Abb. 8. Grundriß einer Frana. (Nach G. Braun.) (a = Abrißgebiet, b = Gleitbahn, c = Ablagerungsgebiet.)

schlipfen, bei letzterem je nach der Bewegung von Bergschlipfen und Bergstürzen, bei kleineren Massen von Felsschlipfen und Felsstürzen. Bei allen diesen Erscheinungen ist das Abrißgebiet, die Gleit- oder Sturzbahn und das Ablagerungsgebiet zu unterscheiden. Ein Gebiet nahezu beständiger Rutsch- und Gleitbewegungen ist der vorwiegend aus Tongesteinen bestehende nördliche und mittlere Apennin, wo die in den verschiedensten Formen vor sich gehenden Bewegungen als „frane" bezeichnet werden (Abb. 8)[20]) und große morphologische Bedeutung haben, indem sie die Anlagen zur Talbildung geben und die flächenhafte Einebnung des Landes beschleunigen.

Sobald der Zusammenhang der Massen während der Bewegung aufgehoben wird und diese wenigstens teilweise durch die Luft erfolgt, entsteht ein Fels- oder Bergsturz.[21]) Die Geschwindigkeit der Bewegung nimmt nach unten und nach den Rändern ab und kann 50—100 m in 1 Sek. erreichen. Im Sturz zerbersten die Felsmassen in Trümmer, wobei einzelne Blöcke weit aus der Sturzbahn herausgeschleudert werden. Im Ablagerungsgebiet, das oft noch am jenseitigen Gehänge emporsteigt, bilden die Massen ein wirres Trümmerwerk, das oft zur Abdämmung von Tälern zu Seen führt oder selbst von kleinen Seen durchsetzt ist. In ehemals vergletscherten Gebirgen traten nach dem Rückzuge der Vergletscherung, die übersteile Gehänge geschaffen hatte, Bergstürze in großer Zahl ein. Das bekannteste Beispiel ist der Flimser Sturz am Vorderrhein, durch dessen Massen, etwa 15 qkm, der Rhein eine 600 m tiefe und 25 km lange Schlucht eingeschnitten hat. Gleichfalls prähistorisch ist der große Bergsturz an der Südseite des Dobratsch, dem 1348, durch ein Erdbeben ausgelöst, ein weit schwächerer folgte. Der Bergsturz von Goldau

20) Braun, Z. Ges. Erdk. Berlin 1907.

21) Heim, Über Bergstürze, Neujahrsbl. Naturf. Ges. Zürich 1882; Neumayr in Z. D. u. Ö. Alp.-Ver. 1889.

Digitized by Google

(1806) war eine Felsrutschung, indem die oberen Konglomeratbänke auf einer durchtränkten Mergelunterlage abglitten. Der Felssturz von Elm (1881) geschah entgegen dem Schichtfallen, ausgelöst durch künstliche Untergrabung des Gehänges beim Steinbruchbetrieb.

4. Die Abspülung.

Sobald bei der Bewegung lockerer Massen das oberflächlich abfließende Regenwasser eine größere Bedeutung gewinnt, spricht man von Abspülung oder Denudation im engeren Sinne. Dabei ist nicht so sehr die jährliche Regenmenge als ihre jahreszeitliche Verteilung und die Regendichte maßgebend, so daß unter verschiedenen klimatischen Bedingungen im selben Gestein verschiedene Formen herrschend werden. Während im Flysch der Nordalpen Kriech- und Rutschvorgänge herrschen, entstehen im gleichen Gestein der Mittelmeergebiete stets neue, vielverzweigte Regenrisse, die sog. Racheln, die die Bildung einer zusammenhängenden Vegetationsdecke verhindern. Am weitesten gediehen ist dieser Vorgang in den weichen, undurchlässigen Tertiärschichten von Dakota, wo die sog. Badlands ein unauflösliches Gewirr zahlloser kleiner Schluchten und unbeständiger niedriger Kämme darstellen, so daß sie bereits den fluviatilen Erosionsformen zugezählt werden können. Auf durchlässigem Gestein treten die Abspülungsvorgänge stark zurück. Wo daher undurchlässige und durchlässige Gesteine mehrfach wechsellagern, bildet sich durch das Zusammenwirken von Abspülung und Verwitterung ein beständiger Wechsel der Böschungen und eine stufenförmige Abdachung des ganzen Schichtkomplexes heraus, wobei den leichter abspülbaren Schichten sog. Verwitterungsterrassen oder Bänder entsprechen. Am großartigsten kommt diese Erscheinung an den Gehängen des Colorado-Cañon unter nahezu wüstenhaften Verhältnissen zur Geltung. Indem der Steilabfall der nicht abgeböschten Gesteine durch Abbruch immer weiter zurückweicht und sich mit Schutthalden überkleidet, werden die Terrassen immer breiter. Sind die Schichten sehr steil aufgerichtet, so werden die härteren Gesteinsbänke als Rippen aus den Gehängen herauspräpariert.

In undurchlässigem, in getrocknetem Zustand hartem Material erzeugt heftige Abspülung die eigentümlichen Formen der Erd-

Digitized by Google

pyramiden.[22]) Aus einer steilen Böschung arbeitet die Abspülung zunächst eine Reihe paralleler Kulissen heraus, die dann wieder in einzelstehende Pfeiler zerlegt werden, so daß jede Reihe auf einer gemeinsamen Basis aufsitzt. Ist die Masse von größeren Blöcken durchsetzt, so können diese wohl auch auf der Spitze der Pyramiden auftreten und sie eine Zeitlang vor der Abspülung schützen; doch sind sie zu ihrer Ausbildung keineswegs notwendig, und es kommen dieselben Formen auch in blockfreien Massen vor. Bekannte Beispiele für diese Erscheinungen bieten die blockreichen Moränen am Ritten bei Bozen, bei Schloß Tirol unweit Meran, bei Segonzano im Val di Cembra, Valauria bei Théus in den französischen Alpen, also stets in Gegenden mit heftigen Güssen; in Piemont und Korsika sind sie aus weichem Tongestein herausgearbeitet.

In allen über der Vegetationsgrenze gelegenen Hochgebirgsgegenden, also bei starker Abspülung, steilen Gehängen und großem Schuttreichtum, entwickeln sich aus dem durchtränkten Schutt die sog. Muren[23]), zähflüssige, ruckweise sich abwärts wälzende Massen aus einem Gemisch von Wasser, Erde, Schutt, Blöcken und Holz, also in der Mitte stehend zwischen einem Wildbach und einem Erdschlipf. Die Ursachen sind auch hier wieder Wolkenbrüche oder lang andauernde Regengüsse, rasche Schneeschmelze und Stauungen des Abflusses; den unmittelbaren Anstoß geben Verletzungen der unter normalen Verhältnissen dem Abfluß dienenden Erosionsfurchen. Die transportierten Massen sind bisweilen ganz gewaltig, beim Ganderbach 1891: 475 000 cbm, nur selten unter 10 000 cbm. Die ganze Erscheinung spielt sich in wenigen Stunden katastrophenartig ab, worauf die murende Tätigkeit des Baches vom Hochwasser abgelöst wird. Die Wirkung der Muren besteht außer in der Schuttabfuhr und dem Aufbau eines schichtweise nach oben wachsenden flachen Schwemmkegels im Auspflügen der Murbahn, im Ausbrechen festen Gesteins und in der Rückverlegung der Quelltrichter; in den Alpen sind die Schiefergebiete der Nordseite, besonders aber die waldarmen Süd-

22) Kittler, München 1897. — Günther in Sitz.-Ber. bayr. Ak. d. Wiss., math.-phys. Kl. 1902 u. 1904.
23) Stiny, Die Muren, Innsbruck 1910.

Digitized by Google

Abb. 6. Schuttstrom im westlichen Tianschan. (Nach einer Photographie des Verfassers.)

Abb. 9. Kluftkarren (unten) und Rinnenkarren (oben) am Mattstock (Schweiz).
(Nach einer Photographie des Verfassers.)

Digitized by Google

Digitized by Google

ketten von Muren heimgesucht, gegen die auch Schutzbauten nicht sehr erfolgreich sind.

Da eine zusammenhängende Vegetationsdecke den wirksamsten Schutz gegen die Abspülung bildet, entfaltet sie außer im Hochgebirge namentlich in Wüstengebieten bei den zwar seltenen, aber außerordentlich heftigen Wolkenbrüchen ihre bedeutendsten Wirkungen. In den Gebirgen des Großen Beckens Nordamerikas werden die aus den Tälern herausquellenden Schuttkegel während eines Wildbachausbruches von Schichtfluten[24]) überrieselt, die dann in abgeschwächter Bewegung die zwischen den Becken gelegenen Mulden, die sog. Bolsone, überspülen, wo das feinere Material zur Ablagerung kommt. Sie wirken also einerseits abtragend und können dabei bis ans feste Gestein gelangen, andererseits aufschüttend. In ähnlicher Weise verwandeln in den Steppen des Sahara-Atlas Wolkenbrüche die ebenen Flächen in wenigen Minuten in ein riesiges Überschwemmungsgebiet. Sie wirken auf den Boden fegend, besäen ihn mit Gesteinsstücken und entfernen die feinere Erde. Sie üben also auf den von Kalkkrusten bedeckten undurchlässigen Boden eine flächenhaft spülende und abtragende Wirkung aus, weshalb Passarge diesen Vorgang Flächenspülung genannt hat.[25])

Ganz besondere Einzelformen schafft das abrinnende Regenwasser auf löslichem Gestein, namentlich auf Kalk. Indem es lösend wirkt, bildet es eine seichte Furche in der Richtung des größten Gefälles, die von den folgenden Tropfen benützt und vertieft wird. So entstehen allmählich tiefe Rillen, getrennt durch scharfe Rippen, die dann wieder von Rillen durchfurcht werden. Das sind die Karren oder Schratten[26]), die ebenso auf einzelnen Blöcken wie auf Wänden oder talartig verzweigt auf schwach geneigten Kalktafeln vorkommen (Abb. 9, auf Taf. I). Wo Klüfte ihren Verlauf unterbrechen, werden sie vom einsickernden Wasser

24) McGee, Sheetflood-Erosion, Bull. Geol. Soc. Amer. VIII. 1897; Penck, Morphologie d. Wüsten, Geogr. Z. 1909.

25) Verwitterung und Abtragung in den Steppen und Wüsten Algeriens, Geogr. Z. 1909.

26) Cvijić, Das Karstphänomen, Geogr. Abh. V/3 1893. — Eckert Das Gottesackerplateau, Wiss. Erg.-H. z. Zeitschr. D. u. Ö. Alp.-Ver. III. 1902.

Digitized by Google

erweitert und ihre Wände gleichfalls von Karren durchfurcht. Die Kluftkarren verlaufen daher im Gegensatz zu den Rillenkarren unabhängig von den Böschungsverhältnissen und zerlegen die Schichtplatten in einzelne Stücke, oft auch in schmale Blätter. In großer Ausdehnung kommen Karrenfelder überall dort vor, wo größere Kalkflächen nackt zu Tage liegen, also im Hochgebirge ebenso wie in den waldlosen Karstländern. Für ihre typische Ausbildung ist die Reinheit des Kalkes maßgebend; Dolomite tragen meist nur Kluftkarren. Den schwer löslichen Silikatgesteinen fehlen sie; doch wurden in manchen sehr feuchten Tropengebieten auch auf Granit ähnlich aussehende Regenrillen beobachtet.

V. Die fluviatilen Formen.

1. Die Arbeitsleistung des fließenden Wassers.[27])

Das auf der Landoberfläche am weitesten verbreitete Agens ist das in festen Rinnen fließende Wasser; daher herrschen auch die von ihm geschaffenen Formen gegenüber den von anderen Agentien gebildeten weitaus vor. Die vom fließenden Wasser geleistete Arbeit wird zu einem Teile zur Überwindung der Reibung, zum andern zur Fortführung lockeren Materials und zur Korrosion festen Gesteins verwendet. Die Summe der eigenen Zerstörungsprodukte und des dem Fluß durch die verschiedenen Massenbewegungen zugeführten Materials bilden die von ihm fortzuschaffende Last. Ist die dazu erforderliche Kraft auf einer Flußstrecke gleich der Stoßkraft des Wassers, so behält das Flußbett seine mittlere Beschaffenheit; ist die Kraft größer, als zum Transport notwendig ist, so wird nicht nur die Last transportiert, sondern der Überschuß an Kraft noch zur Überwindung der Kohäsion des Gesteins im Flußbett, also zur Erosion verwendet; ist die Last größer als die Stoßkraft, so wird nur ein Teil transportiert, der andere wird abgelagert; es erfolgt Akkumulation und damit eine Erhöhung des Bettes. In vielen Flußbetten findet aber Erosion und Akkumulation auch nebeneinander statt oder es ändert sich an derselben Stelle der Vorgang mit der Wasser-

27) Vgl. außer den eingangs zitierten Werken: Philippson, Pet. Mitt. 1886; Hettner, Geogr. Z. 1910.

Digitized by Google

menge; wo Niederwasser akkumuliert, kann Hochwasser bereits erodieren.

Die Fähigkeit zur Erosion liegt weniger in der bewegten Wassermasse als in den mitgeführten Geschieben, die die Felsoberfläche schleifen, Unebenheiten entfernen und durch Ausbrechen neue schaffen. Dabei sind die absteigenden Wirbelbewegungen von gewisser Bedeutung, wodurch Löcher mit glatten, spiralig gedrehten Wandungen von oft ansehnlicher Tiefe, Riesentöpfe oder Strudellöcher, ausgestrudelt werden, wie sie besonders schön am Fuß von Wasserfällen oder an den Wänden von Klammen zu beobachten sind (sog. Evorsion).[28] Nach abwärts erfahren die meisten Flüsse zwar eine Vergrößerung der Wassermasse, aber zugleich auch der Geschiebezufuhr, so daß daraus nicht ohne weiteres eine Zunahme der Erosionsfähigkeit folgt. Hingegen verursacht eine Abnahme der Wassermenge fast stets Akkumulation. Eine Senkung des Flußspiegels durch Vertiefung des Bettes vergrößert aber den Höhenunterschied gegen die aufwärts gelegene Strecke, Akkumulation vermindert ihn; daher findet nun auch auf dieser Erosion bzw. Akkumulation statt. Diese Vorgänge schreiten also stromaufwärts fort, und es ist der Zustand einer Flußstrecke maßgebend für die Entwicklung der stromaufwärts gelegenen Strecke. Erfährt eine Strecke durch das Vorhandensein einer besonders festen Schwelle keine oder nur geringe Vertiefung, so äußert sich weiter aufwärts die überschüssige Stromkraft in verstärkter Zerstörung der Ufer als Seitenerosion.

Indem sich Erosion und Akkumulation nach aufwärts fortpflanzen, kann schließlich an keiner Stelle ein größeres Gefälle bestehen als weiter aufwärts. Die von jedem Fluß angestrebte Gefällskurve senkt sich von der Quelle mit stetig abnehmender Krümmung bis zur Mündung, der sog. Erosionsbasis. In allen Teilen des Landes, die noch über dieser Kurve des ausgeglichenen oder normalen Gefälles liegen, schneidet der Fluß ein und bildet Täler; in den unter ihr befindlichen schüttet er auf und bildet Ebenen. Bei vielen Flüssen besteht von der Mündung aufwärts eine Strecke, auf der er nur akkumuliert, der sog. Unterlauf, und von der Quelle abwärts eine Strecke,

28) Brunhes, Le travail des eaux courantes, Le Globe, Genf 1904.

Digitized by Google

auf der er nur erodiert und das Gefälle sehr unausgeglichen ist, der sog. Oberlauf; dazwischen liegt im Mittellauf eine Strecke, auf der beide Vorgänge nach Zeit und Ort wechseln. Bei vielen anderen Flüssen aber wechseln Strecken der Erosion und der Akkumulation ohne Regel ab.

Indem nun durch die Vorgänge der Untergrabung und Abböschung die Lage der Quelle beständig tiefer gelegt, andererseits durch Aufschüttung der Sinkstoffe ins Meer die Mündung hinausgeschoben wird, wird das Gefälle verringert und die Gefällskurve immer flacher. Dazu kommt, daß bei verringerter Erosion auch die Schuttzufuhr kleiner wird und durch eine immer geringere Wassermenge bewältigt werden kann. Ein Endzustand ist dann erreicht, wenn gar kein Schutt mehr zugeführt wird und die Flußkraft gerade noch ausreicht, um die Reibung zu überwinden und das Fließen zu ermöglichen; die ideale Endkurve des Flusses hat nahezu kein Gefälle.

Die Erreichung des Normalgefälles wird verzögert durch das Auftreten von besonders widerstandsfähigen Partien im Flußbett; sie bilden Gefällsstufen, oberhalb welcher der Fluß bestrebt ist, ein vorübergehendes Normalgefälle zu erreichen, bis auch dieses Hindernis durchsägt ist. An solche feste Riegel knüpfen Stromschnellen oder bei höheren Stufen, die im freien Fall überwunden werden, Wasserfälle an. Beide schreiten regelmäßig zurück, da der Fluß die Störung seines Gefälles durch stärkere Erosion zu beseitigen sucht; indem die Stufe immer niedriger wird, bildet sich der Fall in eine Reihe von Schnellen um; der Fluß fließt dann in einer engen Schlucht, die er sich beim Rückwärtseinschneiden geschaffen hat und die nach abwärts bis zu der Stelle reicht, wo die Stufe ursprünglich lag (Abb. 10). Bekannte Beispiele für Wasserfälle sind der Rheinfall bei Schaffhausen, gebunden an eine Bank harten Kalkes, der über 100 m hohe Mosiwatunja-Fall des Sambesi in der Abfallsregion des südafrikanischen Hochlandes und der heute noch fast 50 m hohe Nigarafall, der über

Abb. 10. Umbildung eines Wasserfalls (*a*) in Stromschnellen (*b*). (Nach E. de Martonne.)

Digitized by Google

die Kante einer einst über 100 m hohen Kalkstufe herabstürzt. Das Ausmaß seines jährlichen Zurückwanderns beträgt heute etwa 0,8 m; die Länge der Schlucht unterhalb des Falles 11 km. Mit Berücksichtigung aller der Veränderungen, die im Niagaragebiet seit der Entstehung des Falles eingetreten sind, schätzt Spencer das Alter desselben auf rund 39000 Jahre.[29]) Lokal und vorübergehend entstehen Gefällsstufen mit Schnellen durch Bergstürze, Rutschungen oder Lavaströme, die sich in ein Tal ergießen. Stabil sind die Stufen dort, wo die Ursache ihrer Entstehung konstant andauert, z. B. dort, wo beständig Massenbewegungen von den Gehängen in den Fluß herabgehen, namentlich aber dort, wo Krustenbewegungen andauernd die Gefällsentwicklung stören.

Wo quer zum Flußlauf eine sich hebende oder sich senkende Scholle auftritt, entwickelt sich ein Kampf zwischen der Flußarbeit und der Krustenbewegung. Geschieht die Hebung so langsam, daß ihr die Erosion in gleichem Maße nachfolgen kann, so ändert sich das Gefälle nicht. Geschieht die Hebung rascher, so wird oberhalb der Scholle der Fluß gestaut und zur Akkumulation gezwungen; unterhalb davon wird die Fallhöhe des Flusses gesteigert und damit die Erosionsfähigkeit verstärkt, bis der Fluß die Scholle in dem Maße zersägt, als sie sich hebt. Geschieht die Aufschüttung in so ausgedehntem Maße, daß sie das Niveau des angrenzenden Landes übersteigt, so kann der Fluß zu einem seitlichen Überfließen gezwungen werden; bei geringerer Schotterführung aber kann sich oberhalb der Scholle ein See bilden, der gleichfalls einen seitlichen Ausfluß gewinnen kann. Haben mehrere Flüsse eine solche Scholle zu durchschneiden, so kann es dem stärksten oder dem an der Stelle der geringsten Hebung fließenden Fluß gelingen, die Hebung zu überwinden, während andere seitlich überfließen. Senkt sich eine Scholle, so wird in ihrem Bereich der Fluß aufschütten oder einen See bilden, oberhalb davon aber verstärkt einschneiden. Daher äußern sich ausgedehnte Senkungen durch Bildung großer, zusammenhängender Schotterflächen. Ein vortreffliches Beispiel für einen Fluß, der eine sich hebende Scholle zu durchsägen vermochte, bietet der Rhein im Schiefergebirge; der erneuten Erosion in der sich hebenden Scholle

29) The Falls of Niagara. Canada Geol. Surv. 1907.

Digitized by Google

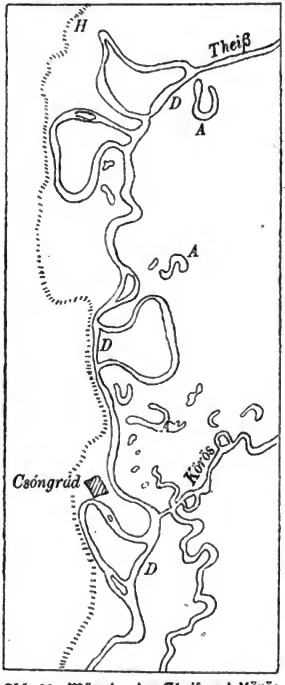

Abb. 11. Mäander der Theiß und Körös bei Csóngrád. 1 : 300 000. (*A* = Altwasser, *D* = Durchbruch, *H* = Hochufer.)

entspricht die gleichzeitige Aufschüttung in der oberrheinischen Ebene. Ein Beispiel für eine gesenkte und zugeschüttete Scholle ist das ungarische Tiefland, an dessen Rändern die Flüsse junge Erosionserscheinungen zeigen. Bei diesen und vielen anderen Fällen handelt es sich um ausgedehnte Krustenverbiegungen vom Typus der epirogenetischen Bewegungen, die sich zugleich in Verschiebungen der Küstenlinie äußern können. Jede Senkung des Landes vermindert das Gefälle und erweitert dadurch das Bereich der Akkumulation, jede Hebung vergrößert das Gefälle und kann dort den Fluß zur Erosion veranlassen, wo bisher Akkumulation geherrscht hat.

Indem der aufschüttende Fluß sein Bett erhöht, vermag er über das Niveau seiner Umgebung zu gelangen und sein Bett mehrfach zu verlegen, so daß er flächenhaft aufschüttet. Daher sind häufige Stromverlegungen, namentlich bei Hochwässern, für Akkumulationsgebiete charakteristisch, aber auch ständige Stromgabelungen, wobei die Flußarme sich nach verschiedenen Stromgebieten richten, so daß eine sog. Bifurkation entsteht.

Eine weitere Form der Flußverschiebung in Akkumulationsgebieten vollzieht sich durch die Mäanderbildung.[30]) Sobald aus irgendeinem geringfügigen Anlaß in einer ursprünglich geradlinigen Strecke eine Verlegung des Stromstriches eingeleitet wird, kommt die Zentrifugalkraft zur Entwicklung, wodurch das äußere Ufer immer stärker angegriffen wird. Daher verschiebt sich der Fluß nach der Seite der Prallstelle und schließlich bilden

30) Vujević, Die Theiß, Geogr. Abh. VII. 4. 1906.

Digitized by Google

diese Mäander so scharfe Kurven, daß sie voneinander nur durch schmale Hälse getrennt werden (Abb. 11). Dann kann es namentlich bei Hochwässern hier zu Durchbrüchen kommen, während das gekrümmte Flußbett als sichelförmiges „Altwasser" zurückbleibt. Da durch die Mäanderbildung die Flußlänge vergrößert wird, wird das Gefälle gemindert, bis das normale erreicht ist. Daher können die Mäander nur eine gewisse Länge erreichen. Da aber die größte Tiefe und Geschwindigkeit des gewundenen Flusses etwas unterhalb der Stelle der stärksten Krümmung gelegen ist, so wird diese Stelle am stärksten angegriffen und die Krümmung dorthin verschoben. Es wandern also die Mäander sowohl seitlich als abwärts und gestalten allmählich den ganzen Streifen, innerhalb dessen sie sich bewegen, um. Es entsteht eine Stromau, die sich von der höheren Umgebung längs schwach konkav verlaufender Steilabfälle, der Hochufer, abhebt. Bei schwachem Gefälle wirkt die Zentrifugalkraft stärker, daher wachsen die Mäander rascher in die Breite; bei stärkerem Gefälle überwiegt die Stoßkraft und die Mäander wachsen rasch abwärts, aber nur langsam in die Breite. Die Breite der Au wächst auch mit der Strombreite und der Wassermasse und nimmt daher flußabwärts zu.

Wird ein solcher Fluß durch eine Hebung des Landes gezwungen, vom neuen einzuschneiden, so senkt er sich mit seinen Mäandern ein; aus den freien werden eingesenkte Mäander. Wir kommen auf sie bei der Betrachtung der Talbildung zurück.

Eine andere Form von Flußverschiebungen durch Akkumulation vollzieht sich an der Mündung von Nebenflüssen, indem der Hauptfluß durch seine Geschiebeführung den Nebenfluß veranlaßt, seine Mündung nach abwärts zu verschieben; solche verschleppte Mündungen haben die Nebenflüsse der Donau in der walachischen Ebene. Umgekehrt können geschiebereiche Nebenflüsse den Hauptfluß zur Seite drängen, wie das in der Poebene unter dem Einfluß der aus den Alpen kommenden Nebenflüsse und an der untern Theiß der Fall ist.

Unabhängig von der Uferbeschaffenheit vollziehen sich Flußverschiebungen unter dem Einfluß der Erdrotation, durch die das fließende Wasser wie jeder bewegte Körper auf der nördlichen Halbkugel nach rechts, auf der südlichen nach links gedrängt und

Digitized by Google

das rechte Ufer stärker angegriffen wird.[31]) Da das Seitwärtsrücken in Stromebenen rascher geschieht als in Engen, so nimmt der Fluß seinen Lauf zwischen zwei Engen nicht geradlinig, sondern in einem nach rechts geschwungenen flachen Bogen. Dieser Einfluß der Erdrotation kann aber leicht durch andere Einflüsse überdeckt oder sogar in das Gegenteil verkehrt werden. Sehr deutlich zeigt er sich bei den südrussischen Flüssen, beim untern Jenissei, an der Donau, wo diese Wirkung bis in die pontische Periode zurückverfolgt werden kann, beim untern Nil und Amu-Darja, also stets bei Flüssen mit geringem Gefälle. In ganz gleicher Weise können aber auch konstant wehende Winde den Lauf von Flüssen in der Ebene beeinflussen. Auch mit der Windwirkung ist eine Schrägstellung des Flußspiegels nach der Leeseite und damit stärkere seitliche Erosion an der Luvseite verbunden.

Die aufschüttende Tätigkeit des Flusses kommt aber auch in Tälern zur Geltung, sobald der Fluß durch seitliche Erosion sich einen breiten Talboden geschaffen hat und unter Mäanderbildung und mit geringem Gefälle seinen Schutt ausbreitet, der aber nur eine dünne Decke über dem anstehenden Gestein bildet. So entstehen die sog. Auen- oder Flußebenen. In viel großartigerem Maßstab vollzieht sich die Aufschüttung und alle die genannten Erscheinungen der Stromverwilderung in den großen Stromebenen, die die Gestalt eines außerordentlich flachen Schuttkegels mit ganz allmählich abnehmendem Gefälle haben. Das sie aufbauende Material, bestehend aus wechsellagernden Sanden, Kiesen und Lehmen mit nach abwärts abnehmender Korngröße besitzt häufig sehr bedeutende Mächtigkeit und es reichen diese fluviatilen Ablagerungen auch in meerfern gelegenen Ebenen fast stets unter das Meeresniveau herab, so daß während der Ablagerung eine langsame Senkung des Bodens stattgefunden haben muß, mit der die Akkumulation Schritt halten konnte. So wurden in der Theißebene die pliozänen Seeablagerungen gelegentlich erst in 215 m Tiefe, d. i. 130 m unter dem Meeresspiegel erbohrt. Die großen Stromebenen stellen also Senkungsgebiete, und zwar zumeist vom Typus großer Einmuldungen

31) Eine eingehende Behandlung dieses sog. Baerschen Gesetzes gab Zöppritz, Verh. II. Deutsch. Geogr.-Tag Halle, 1882.

Digitized by Google

oder Geosynklinalen dar. Sobald die Senkung aufhört, können die Flüsse in ihre Ablagerungen einzuschneiden beginnen und verwandeln die Ebene in eine Platte mit breiten Riedelflächen zwischen den Flüssen, wie eine solche in der walachischen Ebene und in dem Schuttfächer von Lannemezan am Nordfuß der Pyrenäen vorliegt.

2. Die Täler.

Die erodierende Tätigkeit der Flüsse kommt am sinnfälligsten in den Tälern zum Ausdruck. Sie sind das bezeichnendste Merkmal der Landoberfläche im Bereich des rinnenden Wassers und in ihrer ganzen Breite und Tiefe die Werke der fluviatilen Erosion und der sie begleitenden Massenbewegungen. Am deutlichsten läßt sich der Prozeß der Talbildung an den Wildbächen der Hochgebirge studieren. In ihrem Sammelgebiet geschieht die Vereinigung aller der kleinen, abspülend, einschneidend und untergrabend arbeitenden Wasseradern. Es entspricht dem trichterförmigen Talschluß mit den Hintergehängen des größeren Tales. Im Abzugskanal oder Tobel des Wildbaches, der dem eigentlichen Tal entspricht, arbeitet der Bach in die Tiefe, während gleichzeitig die dadurch entstandenen Gehänge durch Verwitterung und Abspülung abgeböscht werden. Geschehen diese Vorgänge bei gleicher Gesteinsbeschaffenheit zu beiden Seiten einer zwei parallele Bäche trennenden Scheide gleich rasch, so wird diese vertikal nach abwärts verschoben, also erniedrigt und zwar um so mehr, je kleiner der Abstand der Bäche voneinander ist; arbeitet einer von ihnen rascher, so wird das Gehänge auf der ihm zugewendeten Seite rascher abgeböscht und die Wasserscheide nach der Seite der geringeren Abtragung verschoben. So haben nach einiger Zeit aus den einfachen Abdachungsrinnen sich kleine Täler entwickelt, deren Abstand die Höhe der Wasserscheiden bestimmt und deren Gehänge in Form und Böschung von der Bodenbeschaffenheit und der Größe der erodierenden und abtragenden Vorgänge abhängig sind. Dem Schuttkegel des Wildbaches, der sich an der Mündung in das Haupttal hinausbaut, entspricht die Aufschüttungsebene im Unterlauf des Flusses. Täler entstehen also überall dort, wo eine Anzahl von Flüssen eine eben gebildete Abdachung zerschneidet. Geschieht die Erosion sehr rasch oder bleibt die Abspülung aus klimatischen Gründen hinter der Tiefenerosion zurück, so bilden sich schlucht-

Digitized by Google

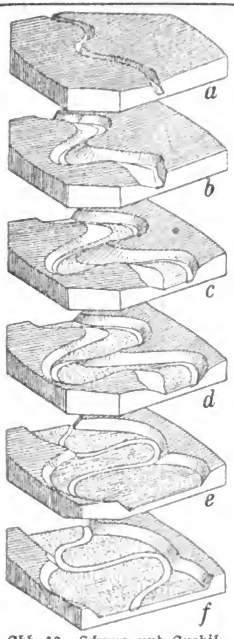

Abb. 12. Schema und Ausbildung von Talknicken (*a*) zu Talmäandern (*b - d*) und freien Flußmäandern (*e, f*). (Nach W. M. Davis.)

artige Täler oder Klammen mit nahezu senkrechten Wänden; bei stärkerer Abböschung erhält das Tal die V-Form. Solche Täler nannte Passarge Kerbtäler. Zu ihnen gehören auch die berühmten Cañons des westlichen Nordamerika, aber auch manche Täler im feuchten Klima in durchlässigem Kalk- oder Sandstein, wo vertikale Klüftung die Steilheit der Gehänge unterstützt und Abspülung und Bodenversetzungen zurücktreten, wie z B. der Cañon der Elbe im Elbesandsteingebirge.

Gesteinsverschiedenheiten und andere Umstände verursachen auch bei einem erodierenden Fluß unbedeutende Krümmungen seines Laufes, die sich immer stärker ausbilden. Infolge der Untergrabung durch das seitliche Drängen des Stromstriches wird das konkave Ufergehänge stärker angegriffen und steiler als das konvexe. Es entwickelt sich der Unterschied zwischen dem sanfter abfallenden Gleithang, der sich beim Einschneiden des Flusses und seiner Verschiebung nach der Seite mit Flußablagerungen bedeckt, und dem steilen Prallhang. Die anfangs schwachen Krümmungen werden, sobald die Tiefenerosion nachläßt, durch seitliches Verschieben des Flusses immer mehr zu Mäandern von ungefähr gleicher Größe ausgezogen, die bei völligem Aussetzen der Tiefenerosion ebenso wie die freien Mäander der Ebene zugleich auch abwärts wandern (Abb. 12). Allmählich werden auch die zwischen den Windungen vorspringenden Talsporne zerstört und es bildet sich eine Talau von der Breite, die den Krümmungen des Flusses entspricht und in der der Fluß frei schwingt, so daß er nur mehr an wenigen Stellen das feste Gehänge berührt. Auch bei der Entwicklung dieser ursprünglich eingesenkten

Mäander kann es zu einem Durchschneiden der Windungen durch den Fluß kommen, so daß ein Talsporn als allseits von Tiefenlinien umgrenzter Umlaufberg stehen bleibt und an der Stelle der alten Mündung eine tote Talstrecke in etwas höherem Niveau zurückbleibt. Diese Verhältnisse zeigen sich in schöner Ausbildung im Tal des Neckar, der Kocher, Mosel, Maas (oberhalb ihres Eintrittes in die Ardennen) und der Seine.[32])

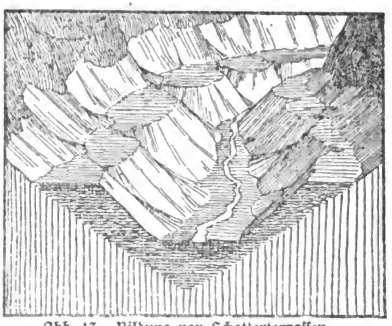

Abb. 13. Bildung von Schotterterrassen. (Nach W. M. Davis.)

Sobald der Fluß durch beginnende Seitenerosion sein Tal etwas verbreitert und einen Talboden geschaffen hat, kann man mit Passarge von Sohlentälern sprechen; bei weiterer Abflachung der Gehänge und Aufschüttung am Talboden entstehen Muldentäler mit flachkonkavem Querschnitt. Wenn nun der Fluß aus irgendeinem Grunde veranlaßt wird, von neuem einzuschneiden, wird der alte Talboden über dem neuen als eine Terrasse oder Talleiste entgegentreten (Abb. 13). Je nachdem diese aus anstehendem Gestein oder aus Flußablagerungen bestehen, pflegt man Fels- und Schotterterrassen zu unterscheiden; bei ersteren, die meist von einzelnen Geröllen überstreut sind, folgte die Tiefenerosion auf eine Zeit der Talverbreiterung ohne nennenswerte Ablagerung, bei letzteren auf eine Zeit der Talzuschüttung. Stets verlaufen diese Erosionsterrassen im großen und ganzen der Talsohle parallel, auf beiden Seiten in ungefähr gleicher Höhe und unabhängig vom Schichtbau, so daß sie von den Schichtterrassen streng zu unterscheiden sind. Die Ursache der neuerlichen Tiefenerosion kann entweder in klimatischen Veränderungen oder in Veränderungen der Erosionsbasis liegen. Wenn

32) W. M. Davis, Incised Meandering Valleys, Bull. Geogr. Soc. Philadelphia 1906. Scheu, Morphol. d. schwäb.-fränk. Stufenlandschaft, Forsch. z. d. Landeskunde 1909. Lehmann, Tal- und Flußwindungen, Z. Ges. f. Erdk. 1915.

Digitized by Google

z. B. durch ein Feuchterwerden des Klimas die Wassermenge und damit die Erosionskraft der Flüsse zunimmt, die Schuttmengen aber abnehmen, so werden die aus einer Zeit starker Schuttzufuhr und geringer Transportkraft stammenden Flußablagerungen in allen Tälern zu Terrassen zerschnitten. So erklären sich wohl die in allen einst trockeneren Gebieten auftretenden Schotterterrassen. Wenn durch eine Änderung des Klimas die bisher von Gletschern erfüllten Täler vom neuen von Flüssen aufgesucht und zerschnitten werden, so erscheint der alte Gletscherboden als Felsterrasse. Im Gebirgsvorland bedeutet jede Gebirgsvergletscherung eine Talzuschüttung infolge der stark vermehrten Schuttzufuhr, jede eisfreie Zeit eine Periode neuerlicher Talvertiefung. Daher treten im Alpenvorland entsprechend den vier Eiszeiten vier ineinander geschachtelte Schottersysteme und Schotterterrassen auf, von denen jede in ein Tal der nächst älteren eingelagert ist. Die Änderungen der Erosionsbasis können ein ganzes Gebirge gleichmäßig oder in verschiedenem Maße betreffen. Da aber sehr viele Terrassen eine Gefällsentwicklung zeigen, die keine ursprüngliche sein kann, und sogar rückläufig sind, so handelt es sich auch hierbei nicht um Senkungen des Meeresspiegels, sondern um verschieden große und ungleichmäßige Bewegungen der einzelnen Krustenpartien infolge von Hebungen und Verbiegungen. Die stufenförmige Überlagerung mehrerer Terrassensysteme, die auf längeren Strecken zusammenhängend und in korrespondierenden Höhen verfolgbar sind, ist dann die Folge von Ruhepausen bei der Hebung, während welcher der Fluß immer wieder einen neuen Talboden einebnete oder aufschüttete. Doch ist zu beachten, daß dabei Verwechslung alter Talbodenreste mit solchen alter flacher Gehängestücke vermieden werde, die in verschiedener Entfernung vom alten Flußlauf durchschnitten wurden.[33]) Oft lassen sich Terrassen aus einem Flußgebiet in ein anderes über die heutigen Wasserscheiden hinweg verfolgen, was auf stattgefundene Flußverlegungen schließen läßt.

Zu Flußverlegungen kann es bei der fortschreitenden Erniedrigung und seitlichen Verlegung einer Wasserscheide kommen, indem der kräftiger arbeitende Fluß sein Quellgebiet bis in das

33) Diesen Fehler beging u. a. Bodmer bei seiner Rekonstruktion alter Talböden in der Schweiz; vgl. Penck in „Alpen im Eiszeitalter", S. 431.

Digitized by Google

Bereich des schwäscheren zurückschiebt, bis dieser zu jenem überfließt; er wird angezapft.[34]) Unterhalb der Anzapfungsstelle befindet sich dann meist noch eine enge Schlucht, während das untere Laufstück des seines Oberlaufes beraubten Flusses für sein bisheriges Tal zu klein geworden ist und dieser dadurch zur Aufschüttung veranlaßt wird; der erobernde Fluß aber vermag, durch den Zuwachs verstärkt, noch kräftiger einzuschneiden. Für das Zustandekommen solcher Anzapfungsvorgänge können verschiedene Ursachen maßgebend sein. Die verschiedene Wasserfülle zweier Flüsse aus klimatischen Gründen kommt in Betracht, wenn die zwei Flüsse der Luv- bzw. Leeseite eines Gebirges angehören. So dringen die Flüsse der atlantischen Abdachung Skandinaviens erobernd in das Bereich der östlichen vor und haben die Wasserscheide gegen O verschoben. Bei gleicher Wassermenge sind die kürzeren Flüsse auch bei gleicher Fallhöhe in Vorteil vor den längeren, und bei gleicher Länge arbeiten die Flüsse mit dem größeren Gefälle rascher als die mit kleinerem.

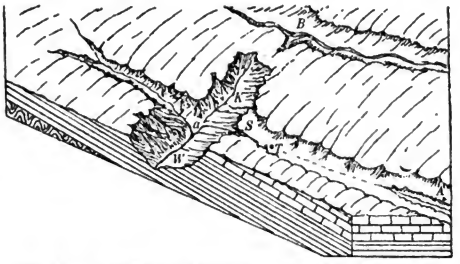

Abb. 14. Anzapfungserscheinungen im obern Donaugebiet. (a = C. 530, W = Wutach, K = Krottenbach, S = Schleifebach, T = Trockental bei Blumenfeld 705 m, A = Aitrach, B = Brege.)

So greifen in den Appalachien die Abdachungsflüsse der Blauen Kette erobernd in die Zone des „Großen Tales" vor und haben dessen ehemaligen Stammfluß in mehrere Stücke zerlegt. Die obere Mosel wandte sich einst bei Toul zur Maas und wurde durch einen Nebenfluß der damaligen unteren Mosel zu dieser abgelenkt; an Stelle des ehemaligen Mosellaufes liegt heute eine Trockentalung mit einer flachen Wasserscheide und von Geröllen aus dem Wasgenwald bedeckt.[35]) Bei sonst gleichen Verhältnissen ist die verschiedene Widerstandsfähigkeit der Gesteine maßgebend, indem die in weicherem Gestein arbeitenden Flüsse gegenüber den durch hartes Material verzögerten im Vorteil sind. Eine ganze Reihe derartiger Anzapfungen sind aus der südwestdeutschen und

34) Vgl. namentl. Philippson, Mitteil. Ver. f. Erdk. Leipzig. 1885.
35) Davis, La Seine, La Meuse et la Moselle, Ann. d. Géogr. V. 1896.

Digitized by Google

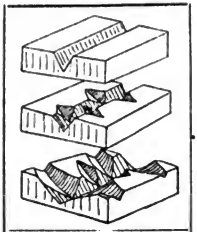

Abb. 15. Ausbildung von Seitentälern.

der französischen Stufenlandschaft bekannt; so ist der Oberlauf der heutigen Wutach einst durch ein jetziges Trockental zur Aitrach geflossen und wurde durch einen im weichen Gestein fließenden Fluß abgelenkt, so daß die Aitrach ihres Quellgebietes beraubt wurde[36]) (Abb. 14).

Während in undurchlässigem Gestein für diese Vorgänge namentlich Abbruchs- und Untergrabungserscheinungen der Hintergehänge wichtig sind, kommt im durchlässigen und löslichen Gestein den Wirkungen der Quellen, der Erweiterung ihres Einzugsgebietes durch lösende Vorgänge und Gleitbewegungen große Bedeutung zu.

Mit dem Einschneiden eines Flusses und der Bildung neuer Abböschungsflächen ist sofort auch die Zerschneidung derselben durch neue untergeordnete Rinnsale verbunden, die in ihrer Richtung durch die neu entstandenen Gefällsverhältnisse, in ihrer Lage durch kleine Unebenheiten oder das Auftreten weniger widerstandsfähigen Materials bedingt sind. So schreitet die Zerschneidung einer Oberfläche immer weiter und es ist bei sonst gleichen Verhältnissen die Taldichte um so größer, je länger das Land bereits den Wirkungen des fließenden Wassers ausgesetzt ist (Abb. 15). Mit W. M. Davis bezeichnen wir alle der ursprünglichen Abdachung eines Landes folgenden Flüsse als konsequente oder Folgeflüsse; in Gebieten verschiedener Widerstandsfähigkeit knüpfen sich an die weicheren Schichten als Nebenflüsse der Folgeflüsse neue an, subsequente oder Nachfolgeflüsse, die namentlich bei schwacher Schichtneigung eine große Rolle spielen. Auf den von ihnen gebildeten Gehängen entwickeln sich abermals neue Flüsse; die in der Fallrichtung der Schichten fließenden nennt Davis resequent (Folgeflüsse 2. Ordnung), die ihnen entgegenfließenden obsequent (Gegenflüsse). Bei horizontaler Lagerung der Schichten oder in homogenem Massengestein ist natürlich eine solche Unterscheidung nicht möglich; Flüsse, die in keiner erkennbaren Beziehung zum Schichtbau stehen, nennt Davis insequent.

36) Penck, Talgeschichte der oberen Donau, Schr. d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees, 1910, 28.

Digitized by Google

Neben dieser Einteilung der Flüsse gilt namentlich im Faltenland noch die übliche Unterscheidung der Täler in Längstäler, d. i. solche, die parallel zum Schichtstreichen verlaufen, und in die dazu ungefähr senkrecht gerichteten Quertäler. Erstere können entweder den ursprünglichen Schichtmulden als Synklinaltäler folgen, sind also von konsequenten Flüssen benützt, oder auf den Sätteln der Falten als Antiklinal- oder Satteltäler sich entwickeln, gebildet im Streichen weicherer Gesteine von subsequenten Flüssen. Fallen die Schichten an beiden Gehängen gleichsinnig ein, so spricht man von Monoklinaltälern, die häufig einer Gesteinsgrenze folgen. Die Quertäler wurden von Powell in kataklinale und anaklinale unterschieden, je nachdem sie mit dem Fallen der Schichten oder gegen dasselbe sich abdachen. Andere Täler sind zwar vom Schichtstreichen unabhängig, aber in ihrer ersten Anlage und ihrem Verlauf durch Störungen beeinflußt, indem sie entweder Verwerfungen oder Gräben folgen. Alle diese durch den Schichtbau beeinflußten Täler kann man als tektonische Täler den reinen Erosionstälern gegenüberstellen, die eine solche Beziehung nicht aufweisen. Während aber bei den Synklinal- und vielen Bruchtälern die Hohlform tektonisch vorgebildet und vom Flusse aufgesucht wurde, knüpfen die Sattel- und die seltenen Horsttäler an die durch die Erosion aufgeschlossenen weniger widerstandsfähigen Schichten an, sind also reine ausgearbeitete Formen. Das gilt übrigens auch von jenen Bruchtälern, die einer durch den Bruch herbeigeführten Lockerung und Zerrüttung des Gesteinszusammenhanges folgen, die der Erosion die Arbeit erleichterte. Übrigens braucht ein Tal bei fortgesetzter Tiefenerosion nicht mehr genau dem Bruch zu folgen, der die Anlage des Tales bedingte, sobald er schräg in die Tiefe setzt, oder der tektonischen Mulde, sobald sie asymmetrisch gebaut ist; es streicht dann der Bruch oder die Muldenumbiegung hoch am Gehänge aus (Abb. 16).

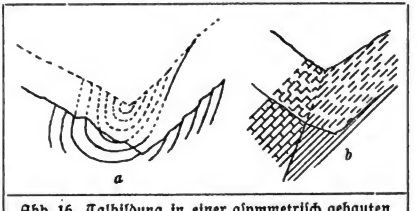

Abb. 16. Talbildung in einer asymmetrisch gebauten Mulde (*a*) und an einem schräg einfallenden Bruch (*b*).

Besondere Würdigung verdienen jene Quertäler,

Digitized by Google

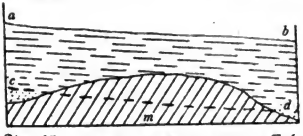

Abb. 17. Schema der epigenetischen Talbildung. ($a\,b$ = ursprüngliche Schichtoberfläche, $c\,d$ = epigenetisches Tal, m = harter Rücken.

die als Durchbruchstäler entweder einzelne Ketten eines Gebirges oder ein ganzes Gebirge durchbrechen und für deren Erklärung eine ganze Reihe von Möglichkeiten offen steht. Von ursprünglichen Durchbruchstälern kann man dort sprechen, wo eine ursprüngliche Abdachung in geschlossene, wassergefüllte Hohlformen zerfiel, die durch die nach rückwärts ihren Lauf verlängernden Flüsse oder durch das Einschneiden des Abflusses aufgeschlossen und entleert wurden. Diese Überfluß- oder Seentheorie läßt sich aller Wahrscheinlichkeit nach für den Durchbruch des Ebro durch das katalonische Gebirge anwenden.[37]) Für zahlreiche Durchbruchstäler in Faltengebirgen, z. B. für einige Klusen des Jura gilt die sog. Regressionstheorie Hilbers, wonach ein einfacher Abdachungsfluß sein Quellgebiet so weit nach rückwärts verlegte, bis er entweder einen entgegengesetzt fließenden Abdachungsfluß oder den im nächsten Längstal fließenden Fluß erreichte und zu sich herüberzog. Wenn ein über weicheren Deckschichten ursprünglich konsequent fließender Fluß bei der Vertiefung seines Tales in eine darunter liegende härtere Masse gelangt, so wird er, solange die Bedingungen für Tiefenerosion gegeben sind, auch diese durchschneiden, und es kann das weichere Material allseits abgeräumt werden, während das Tal im harten Gestein zurückbleibt. Solche Täler und Flüsse wurden von Richthofen als epigenetisch bezeichnet (Abb. 17). Dahin gehören die zahlreichen Durchbrüche der oberen Donau durch Vorsprünge des böhmischen Massivs; ihr Tal wurde auf einer Decke von Tertiärschichten angelegt, die das Alpenvorland und den Massivrand gleichmäßig verhüllten; eine neuerliche Hebung veranlaßte die Donau und ihre Nebenflüsse zu abermaliger Tiefenerosion, wodurch ihre Täler in das harte Massivgestein gerieten, während gleichzeitig die weichen Deckschichten abgetragen wurden.[38]) In solchen Fällen ist der Fluß älter als das heutige Relief. Er konnte aber auch ein Gebirge während

37) Rühl, Geomorphol. Studien aus Katalonien, Z. Ges. Erdk. Berlin 1909.

38) Hödl, Jahrber. d. Gymn. i. VIII. Bez. Wien 1904 u. 1905.

Digitized by Google

seines allmählichen Aufsteigens durchsägen, so daß Gebirge und Fluß gleich alt sind, oder es hat ein bereits ausgebildeter kräftiger Fluß sich gegenüber einer neuerlichen Hebung behauptet und die sich hebende Scholle durchschnitten. Solche Flüsse bezeichnen wir mit Powell als antezedent. Das beste Beispiel für diesen Fall sind die Durchbrüche durch die südlichen Randketten des westlichen Himalaya, die aus den Ablagerungen derselben Flüsse bestehen, die sie heute durchbrechen, aber erst nachträglich aufgefaltet wurden.[39]) Dieselbe Erklärung gilt für die Durchbruchstäler in den südlichen karnischen Alpen[40]), für den Durchbruch des Rheins und der Maas durch das Schiefergebirge, wo der Fluß älter ist als die neuerliche Hebung des Gebirges[41]), für den Durchbruch der Donau durch das Banater Bergland[42]) u. a.

Ein besonderer Fall von Antezedenz liegt bei jenen Durchbrüchen vor, die sich an tektonisch besonders vorgezeichnete Stellen knüpfen, die der Erosion während der Gebirgsbildung den Weg gewiesen haben. So hat Lugeon für einige Durchbruchstäler der französischen Kalkalpen[43]), Schlee für die Klusen der Birs im Berner Jura[44]) gezeigt, daß sie an Stellen einer Senkung der Längsachsen der Antiklinalen gelegen sind. Wahrscheinlich knüpfen auch die Quertalstrecken von Reuß, Linth, Rhein, Inn, Salzach und Enns an tektonisch schwache Stellen an. Doch verbindet sich ihre Bildung, wenigstens in den Ostalpen, überdies mit einer abermaligen Aufrichtung des Gebirges, der gegenüber sich die stärksten Flüsse antezedent verhielten, während andere in die großen, jetzt erst gebildeten Längstalzüge abgelenkt wurden.[45])

Bei gleicher Widerstandsfähigkeit des Materials sind die beiden Gehänge eines Tales gleich stark geböscht. Unterschiede müssen

39) Medlicott and Blanford, A manuel of the geology of India, I. Aufl. Calcutta 1879.

40) Futterer, Zeitschr. Ges. f. Erdk. Berlin, 1895.

41) Penck, D. Deutsche Reich 1887, und Mordziol, Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin 1910.

42) Cvijić, Das Eiserne Tor, Erg.-H. 160 zu Pet. Mitt. 1909.

43) Recherches sur l'origine des Alpes occidentales, Ann. d. Géogr. X, 1901.

44) Morphol. Studien aus dem Berner Jura, Mitt. geogr. Ges. Hamburg XXVII. 1913.

45) Krebs, Länderk. d. österr. Alpen, Stuttgart 1913, S. 51.

Digitized by Google

sich einstellen bei verschiedenem Material, z. B. wo ein Bruch Gesteine verschiedener Widerstandsfähigkeit aneinander gebracht hat, ferner bei Monoklinaltälern, wo die mit den Schichten fallenden Gehänge flacher geböscht sind als jene, wo die Schichtköpfe zutage treten; dann dort, wo benachbarte Täler verschieden tief eingeschnitten sind, so daß seitliche Verschiebungen der Wasserscheiden zustande kommen. Sehr häufig wurde eine solche Asymmetrie der Talgehänge auf die Wirkung herrschender Winde zurückgeführt, die den Fluß konstant nach einer Richtung treiben und daher die Untergrabung des Ufers an der Luvseite verursachen. Diese Regel gilt wahrscheinlich für die flachen Täler des oberbayrischen, sächsischen und siebenbürgischen Hügellandes, wo stets die nach W gerichteten Gehänge die steileren sind. Für die Täler der podolischen Platte, wo diese Erscheinung, und zwar unter der Lößdecke sehr ausgeprägt ist, hat aber Smoléński[46]) gezeigt, daß vielmehr hier nur die direkte Windwirkung, nämlich die schnellere Verwitterung und Denudation des vom Winde getroffenen Gehänges in Betracht kommt, wodurch die Luvgehänge flacher werden. Das weist hier auf ehemalige Ostwinde hin, die ja tatsächlich vor und zur Zeit der Lößablagerung angenommen werden müssen, während heute Westwinde herrschen.

3. Der geographische Zyklus der fluviatilen Formen.

Die Kenntnis der Vorgänge, die mit der Arbeit des fließenden Wassers und den sie begleitenden Massenbewegungen verbunden sind, ermöglicht es uns, der von W. M. Davis vorgeschlagenen Methode folgend, die Entwicklung eines durch Hebung über den Meeresspiegel zu einem Teil der Landoberfläche gewordenen Gebietes vom ersten Augenblick seines Auftauchens an zu verfolgen unter der Annahme, daß, sobald die Hebung abgeschlossen ist, keinerlei tektonische Kräfte mehr darauf einwirken und es nur mehr den Wirkungen des fließenden Wassers und der damit verbundenen Massenbewegungen ausgesetzt ist.

Die Oberfläche eines solchen Gebietes wollen wir seine Uroberfläche nennen; sie habe infolge nicht ganz gleichmäßiger Hebung eine schwachwellige Form und ist daher mit einer Reihe

46) Ungleichseitigkeit der meridionalen Flußtäler Galiziens, Pet. Mitt. 1909.

Digitized by Google

von Urwasserscheiden ausgestattet, zwischen denen sich das Wasser in Urflüssen, der ursprünglichen Abdachung zum Meere folgend, sammelt. Ebenso können auch Urwannen vorkommen und sich mit Seen erfüllen, Stufen mit Fällen oder Schnellen können die gleichmäßige Abdachung unterbrechen. Alle diese Urformen liegen auf einer Decke schwach verfestigter homogener Meeresablagerungen, die Gesteine von ganz anderer und untereinander verschiedener Art verhüllen. Indem nun die zerstörenden Kräfte ihre Arbeit beginnen, werden die Urformen etwas verändert, durch Einschneiden der Flüsse bilden sich Täler, die Wasserscheiden werden etwas abgetragen, die Seen beginnen sich mit Schutt zu füllen. Alle diese durch die ursprünglichen Abdachungsverhältnisse bestimmten Formen, die unmittelbar auf die Urformen folgen, bezeichnen wir als konsequente oder Folgeformen; sie leiten das Jugendstadium der Landschaft ein. Indem die größeren Flüsse rascher einschneiden als die kleineren Nebenflüsse, kann es vorkommen, daß deren Mündung ungleichsohlig oder stufenförmig ist; es werden sog. Hängetäler entstehen. Sobald aber der Hauptfluß sich dem Zustand des ausgeglichenen Gefälles nähert, wird seine Tiefenerosion verlangsamt, so daß der Nebenfluß nachkommen kann und eine gleichsohlige Mündung erzielt. Daher sind derartige Hängetäler nur für die früheste Jugend einer Landschaft bezeichnend. Hingegen werden noch mehrfach an kleineren Flüssen sich Gefällstufen länger erhalten. Die Gehänge der Täler werden durch Massenbewegungen etwas abgeböscht, aber solange die Tiefenerosion vorherrscht, bleibt die Form der Kerbtäler erhalten. An ihren Gehängen bilden sich neue insequente Täler mit unregelmäßigen oberen Verzweigungen. Wo aber unter der Deckschicht Streifen weicheren Gesteins aufgeschlossen werden, entwickeln sich rasch subsequente Nebenflüsse, von einander durch Rücken im Bereich der bloßgelegten härteren Schichten getrennt und befähigt, schwächere konsequente Flüsse anzuzapfen und abzulenken. So sind also rasche Tiefenerosion, begleitet von Massenbewegungen, rasch einschneidende Seitenschluchten, Anzapfungen bis zur Anpassung des hydrographischen Netzes an die Strukturverhältnisse, Wasserfälle und ihre allmähliche Beseitigung, überhaupt unausgeglichene Gefällsverhältnisse und grobe Schotterführung im Oberlauf bezeichnend für das Jugendstadium.

Digitized by Google

Ein Beispiel hierfür bietet der Cañon des Yellowstone-River und seine Umgebung; in einem etwas weiter vorgeschrittenen Stadium befindet sich der Cañon des Colorado. Das Stadium der Reife beginnt, sobald die größeren Flüsse ihr Gefälle ausgeglichen haben und die Zerschneidung der ursprünglichen Oberfläche ein ziemliches Maß erreicht hat. Stufen und Seen sind zumeist verschwunden. Die Gehänge sind ausgeglichener; an Stelle von Bergstürzen tritt die Wirkung langsamer Bodenversetzungen, namentlich des Gekrieches. Die größeren Flüsse beginnen den Talboden durch seitliche Erosion zu verbreitern und eine Talau zu schaffen. Über ihren Schottern kommen die Schuttkegel der Nebenflüsse zur Ablagerung, die bei der Verschiebung der Windungen des Hauptflusses nach abwärts von diesem unterschnitten werden. Die aus zugeschütteten Seen hervorgegangenen Ebenen werden wieder zerschnitten, da der ausfließende Fluß seinen Lauf vertieft. Das wichtigste Merkmal der Reife aber ist die Anpassung des Reliefs an die Struktur. Alle weicheren Partien der ehemaligen und nun längst überall entblößten Unterlage sind in hohem Maße abgetragen, die härteren bleiben mit kräftigem Relief als Erhebungen erhalten und die Höhenunterschiede sind umso größer, je stärker der Gegensatz in der Widerstandsfähigkeit ist. Je nachdem alle diese Erscheinungen mehr oder weniger entwickelt sind, kann man von beginnender, voller und weit vorgeschrittener Reife sprechen. Ein vorzügliches Beispiel für eine Landschaft im Zustand der Vollreife bietet der Wiener Wald mit seinen gleichmäßigen Gipfelhöhen, sehr starker Zerschneidung, dem ausgeglichenen Gefälle auch der kleinen Nebentäler, den sanft geböschten und allmählich in den Talboden verfließenden Gehängen, dem starken Vorherrschen der Kriech- und Rutschbewegungen und den gerundeten Gipfel- und Rückenformen.

Indem nun der Abtragungsvorgang sehr langsam weiterschreitet, der Landschutt sich anhäuft und immer langsamer dem Meere zugetragen wird, die Verwitterung des Bodens immer tiefer geht, wird das Relief der Landschaft immer schwächer. Sind endlich alle Erhebungen abgetragen und das Gebiet zu einer ausdruckslosen, nur wenig über dem Meeresspiegel gelegenen welligen Fläche, einer Rumpffläche oder Fastebene (Peneplain) verwandelt, so ist das Greisenalter erreicht, der Zyklus der Ent-

Digitized by Google

wicklung abgeschlossen. Zahlreiche kleine Nebenflüsse sind verschwunden, da viel Wasser im Schutt einsickert und auch die Niederschläge wegen der geringeren Höhe des Landes abgenommen haben. Die Täler sind nun sehr breit, die trennenden Schwellen außerordentlich flach. Immerhin können noch einige auffälligere Formen vorkommen; es sind Hügel, die sich meist ohne scharfen Knick von ihrer Umgebung abheben und entweder an die widerstandsfähigsten Gesteine anknüpfen, sog. Härtlinge (Monadnocks nach Davis), oder in der Nähe der alten Wasserscheiden gelegen sind, wo sie am wenigsten von der Abtragung angegriffen wurden, Restberge oder (nach einem von Penck aus Dalmatien angewendeten Ausdruck) Mosore.[47])

Solche greisenhafte Formen trifft man aber fast niemals in der für ihre Bildungszeit anzunehmenden tiefen Lage nahe dem Meeresspiegel, sondern in größeren Höhen, z. B. in den sog. Plateaugebirgen im Innern Böhmens, in den Ardennen und in der Bretagne. Immer aber sind solche Landschaften neben den alten Formen auch mit jüngeren ausgestattet; sobald dieser Gegensatz nicht durch bedeutende Gesteinsverschiedenheiten zu erklären ist, kann er nur dadurch zustande gekommen sein, daß nach Ablauf des ersten Zyklus die Landschaft abermals von tektonischen Bewegungen ergriffen wurde, so daß die Erosion neu belebt wurde. Die auf der Rumpffläche träge fließenden Flüsse beginnen einzuschneiden und senken ihre Mäander in die Tiefe. Es setzt eine Verjüngung und damit ein neuer Zyklus ein, so daß man Formen des ersten und des zweiten Zyklus neben oder übereinander trifft. In den genannten Fällen geschah die Verjüngung, als der erste Zyklus bereits bis zur Bildung einer Rumpffläche mit Restbergen vorgeschritten war. Doch kann er auch in einem früheren Stadium unterbrochen worden sein und man wird auch in diesem Falle ältere Formen des ersten Zyklus von jüngeren des zweiten unterscheiden können. So trat im nördlichen Apennin die Unterbrechung durch eine neuerliche Hebung ein, als der erste Zyklus erst bis zum Stadium der Vollreife gediehen war. Während eine Hebung neuerliche Erosion zufolge hat, bedeutet eine Senkung Stillstand der Erosion. An der Küste werden die Täler zu Buchten

47) Geomorphol. Studien aus der Herzegowina, Ztschr. D. u. Öst. Alp.-Ver. 1900.

Digitized by Google

umgewandelt und weiter aufwärts die Flüsse zur Akkumulation gezwungen. So wurde das dalmatinische Küstengebirge zuerst zu einer lokal ausgebildeten Rumpffläche abgetragen, dann gehoben, so daß sich tiefe, steilwandige Täler bildeten, endlich wieder gesenkt, so daß sich die Täler zu Buchten umwandelten.

Für die Untersuchung und Beschreibung einer Landschaft nach ihrem Entwicklungsgang kommen somit drei Momente wesentlich in Betracht. Zunächst die Angabe ihrer Struktur, worunter hier sowohl die Lagerungsverhältnisse und die Art und das Ausmaß der Dislokationen, als auch das Verhalten der Gesteine gegenüber den äußeren Agentien verstanden ist; ferner die Angabe der abtragenden Kräfte, da außer oder anstatt der bisher allein betrachteten fluviatilen Prozesse auch das bewegte Eis oder die im ariden Klima tätigen Kräfte wirksam sein können. Man wird daher einen sog. normalen (oder nach Rühl humiden), einen glazialen und einen ariden Zyklus unterscheiden können, wozu noch unabhängig vom Klima an der Küste der marine oder (nach Penck) litorale der Küstenformen kommt. Endlich bedarf es der Angabe, ob sich die Landschaft im ersten oder bereits in einem späteren Zyklus befindet und welches Stadium sie in jedem derselben erreicht hat.

Dabei können sich leicht gewisse Schwierigkeiten für eine eindeutige Darstellung ergeben. In einem Land von sehr verschiedener Widerstandsfähigkeit oder Lagerung seiner Gesteine ist der Zyklus zwar überall gleich alt, aber die Entwicklung nicht überall gleich weit vorgeschritten; die aus weicherem Gestein bestehenden Partien können schon alle Merkmale höheren Alters haben, während die Täler im harten Gestein noch jugendlichen Charakter tragen. Will man die Bezeichnung des Stadiums nicht auf einzelne Formen, sondern auf die ganze Landschaft beziehen, so wird der überwiegende Gesamteindruck für die Bezeichnung maßgebend sein und daneben die Abweichungen mit genauer Angabe ihrer Ursachen angeführt werden müssen. Ferner ist stets auch die Höhe der Formen über der Erosionsbasis von Wichtigkeit. Junge Formen von absolut gleichem Alter werden im Hügelland und im Gebirge ganz verschieden aussehen; gemeinsam ist ihnen aber der Charakter des Unbeständigen.

Es ist ferner zu berücksichtigen, daß die Abtragung wohl zu

Digitized by Google

weitgehender Verflachung, aber niemals zur völligen Einebnung aller wasserscheidenden Höhen führen kann; ein gewisses Relief bleibt stets zurück. Dem entspricht auch der Ausdruck Fastebene, noch besser die neutrale Bezeichnung Rumpffläche. Endlich muß beachtet werden, daß Klimaänderungen Störungen des Zyklus herbeiführen, indem sich dadurch die abtragenden Kräfte ändern, und daß nur bei relativ küstennaher Lage die Abtragung fast bis zum Meeresniveau gelangt, während in großer Entfernung vom Meer eine allerdings weniger vollkommene Rumpffläche auch in ansehnlicher absoluter Höhenlage zur Ausbildung kommen kann.

VI. Die Landschaften im Bereiche humiden Klimas.

1. Landschaften mit einfacher Struktur.

Unter der Herrschaft des humiden Klimas, wo genügend Wasser zur Speisung der Flüsse vorhanden ist, kommt diesem der weitaus überwiegende Anteil an der Ausgestaltung der Landformen zu; doch wird sich diese sehr verschieden im Bereich flachgelagerter und ungestörter und im Bereich stark gestörter, zerbrochener oder gefalteter Schichten vollziehen. Jene herrschen in den Ebenen und Tafellandschaften, diese in den eigentlichen Gebirgen vor.

Der einfachste Fall ist eine aus flachgelagerten jungen Meeresablagerungen aufgebaute *Küstenebene*, die durch Hebung des Landes über den Meeresspiegel geraten und dadurch an ein dahinter gelegenes höheres Land mit älteren Formen angegliedert ist. Sie unterliegt der Zerschneidung durch die aus dem Altland kommenden Flüsse in der eben geschilderten Weise, so daß mit der Zeit ein reich verzweigtes Entwässerungsnetz mit wenigen konsequenten Hauptflüssen und zahlreichen meist insequenten Nebenflüssen entsteht. Die Ebene ist in ein *Hügelland* mit regelloser Anordnung der unbedeutenden, gleichmäßig hohen Bodenwellen aufgelöst. Ein Beispiel hiefür bietet das Hügelland am Nordfuß des nördlichen Apennin.

Wo statt junger Meeresablagerungen ältere und bereits verfestigte Schichten in etwas größerer Höhenlage und nahezu horizontaler Lagerung ausgedehnte Landschaften zusammensetzen, haben wir es mit *Schichttafelländern* zu tun, die als einförmige und ungefähr gleichmäßig hohe Plateaulandschaften ent-

Digitized by Google

gegentreten (Appalachisches Tafelland und Prärietafel in Nordamerika, die Wüstentafeln der Alten Welt, in Europa die große Russische Tafel u. a.). Ihnen verwandt sind die aus ungefähr horizontal gelagerten Laven und Tuffen bestehenden Erguß-tafelländer, zu denen das Columbiatafelland im westlichen Nordamerika und das von Dekkan gehören, die aber die gleiche morphologische Ausgestaltung erfahren wie jene.

Der bemerkenswerteste Zug eines Tafellandes ist die unregelmäßige und insequente Zerschneidung durch Täler; je nachdem sie mehr oder weniger weit vorgeschritten ist, sind noch größere Tafelstücke erhalten oder auch diese bereits in ein Gewirr von Hügeln aufgelöst. Die Einzelformen an den Gehängen ergeben sich aus dem zumeist vorhandenen Wechsel von harten und weichen Schichten, von denen jene steile, allmählich zurückweichende Stufen, diese immer flacher sich abböschende Hänge bilden. Aus dem Zurückweichen der Stufen erklärt sich das Auftreten einzelstehender Tafelberge oder Mesas, wie das auf dem Coloradotafelland der Fall ist. Ist eine Stufenschicht besonders hart, so bleibt sie länger in der ursprünglichen Lage erhalten, während die darüber folgende schon weit zurückgewichen ist, so daß weite Terrassenflächen entstehen, die das Aussehen eines alten Talbodens haben. Das gilt von der sog. Esplanade im Coloradocañon, die in etwa halber Höhe über dem Fluß sich dahinzieht. Der Cañon ist aber das Werk eines einzigen Erosionszyklus.[48])

Viel weiter vorgeschritten ist die Zerschneidung des appalachischen Tafellandes. Sehr kompliziert ist der Entwicklungsgang des Elbsandsteingebirges.[49]) Er vollzog sich in vier Zyklen, von denen der erste eine ausgedehnte Rumpffläche geschaffen, der zweite es nur zur Bildung der sog. postbasaltischen Verebnungsflächen der „Steine", der dritte zur Bildung der „Ebenheiten" gebracht hatte, während der noch in Weiterbildung begriffene Elbecañon dem gegenwärtigen Zyklus angehört. Es wurden also der zweite und dritte Zyklus lange vor ihrem möglichen Abschluß durch neuerliche

48) Davis, Excursion to the Grand Canyon of the Colorado, Bull. Mus. Comp. Zool. 1901.

49) Hettner, Gebirgsbau u. Oberflächengestaltung d. Sächs. Schweiz, Forschungen z. d. Landesk. II. 4, 1887. Staff u. Rasmus, Zur Morphogenie d. Sächs. Schweiz, Geol. Rundschau II, 1911.

Digitized by Google

Hebungen unterbrochen und die Seitenerosion durch Tiefenerosion abgelöst (Abb. 18). Die Sächsische Schweiz zeigt auch zahlreiche Beispiele von einzelstehenden Tafelbergen, die durch das Zurückweichen der Talschlüsse von Nebentälern allmählich von der Hauptmasse des Plateaus getrennt wurden und nun als Zeugenberge das tiefere Land überragen. Häufig wurde ihre Erhaltung durch überdeckende Lavaströme begünstigt. In großer Zahl treten solche Einzelberge auf dem südafrikanischen Hochland, in Abessinien, Arabien und in den Ergußtafelländern des Columbia und von

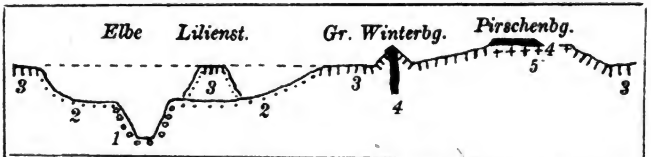

Abb. 18. Idealprofil durch die Sächsische Schweiz. (Nach Rasmus und Staff.) (*1* = Jetziger Zyklus, *2* = Ebenheit-Zyklus, *3* = postbasaltischer Zyklus, *4* = Eruptiva, *5* = präbasaltischer Zyklus.)

Ostsibirien auf und bezeugen die einstmalige Verbreitung der sie aufbauenden Gesteine.

Die Endform dieser Entwicklung ist eine nahezu vollkommene Ebene, die wohl mit einer Schichtfläche zusammenfallen kann, aber zumeist doch die flachlagernden Schichten unter sehr spitzen Winkeln schneidet. Die Unterscheidung, ob eine Schicht- oder Schnittfläche vorliegt, wird dort leichter zu treffen sein, wo die Fläche in gleichem Niveau auch über andere, stärker gestörte Gebiete hinwegzieht, wie das in dem Verhältnis des Elbsandstein- zum Erzgebirge der Fall ist. Auch die Oberfläche der zentralrussischen Tafel ist keine Schicht-, sondern eine Einebnungsfläche, die über die verschiedenen, meist sehr flach lagernden geologischen Formationen hinwegzieht, auch dort wo diese Schichten örtlich stärker gestört sind.[50]) Sie befindet sich daher im 2., auch schon sehr weit gediehenen Zyklus, nachdem sie in dem auf die alttertiäre Meeresbedeckung folgenden 1. Zyklus zu einer Rumpffläche abgetragen worden war.

50) Philippson, Morphologie d. europ. Rußlands, Pet. Mitt. 1899.

Digitized by Google

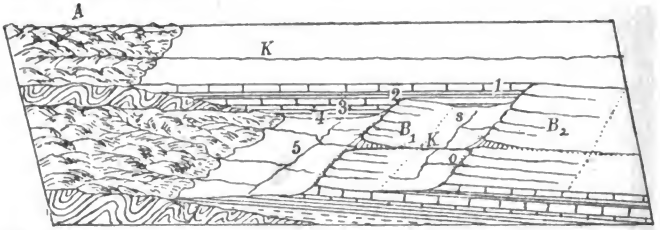

Abb. 19. Ausbildung einer Stufenlandschaft. (A = kristallinisches Altland, $B_1 B_2$ = Stufen gebunden an die harten Schichtglieder 1 und 3, k = konsequenter Fluß, s = subsequenter Fluß, o = obsequenter Fluß.)

Die geschilderte Entwicklung der Schichttafellandschaften geht in besonders typischer Weise in wenig benetzten Gebieten, in feuchterem Klima fast nur im Bereich durchlässiger Gesteine vor sich. Daher finden sich ähnliche Formen auch in den großen Lößgebieten des nordwestlichen China, die von einem labyrinthischen Netz kleiner Tälchen und Regenschluchten mit senkrechten Wänden durchzogen sind.

Eine größere Komplikation entsteht dort, wo ein System verschieden widerstandsfähiger, schwach geneigter Schichten von der fluviatilen Erosion ausgestaltet wird (Abb. 19). Sobald die auf den Schichtflächen konsequent abwärtsfließenden Flüsse in weichere Schichten gelangen, entwickeln sich in deren Streichen subsequente Nebenflüsse, die breite Täler bzw. Ebenen ausräumen und getrennt werden durch Streifen höheren Landes mit steilen Abfällen dort, wo die Schichtköpfe der härteren Schichten ausstreichen, und der flacheren Abdachung in der Richtung des Schichtfallens. Von diesen Steilabfällen richten sich neue kurze obsequente Flüsse, auch Stirnflüsse genannt, zu den subsequenten Flüssen. Da diese rascher arbeiten können, so werden die Oberläufe der konsequenten Flüsse zu ihnen abgelenkt. Den an hartes Gestein gebundenen Streifen höheren Landes zwischen zwei subsequenten Senken bezeichnen wir als Land- oder Erosionsstufe (fr.: Côte, engl.: Escarpment); Davis gebraucht hierfür den aus den südwestlichen Vereinigten Staaten eingeführten Ausdruck Cuesta. Ihre Höhe entspricht ungefähr der Mächtigkeit des harten Schichtgliedes. Durch das Rückwärtseinschneiden

Digitized by Google

und die Vereinigung kleiner obsequenter Schluchten, die den Steilabfall zerfransen, können in einem weiter vorgeschrittenen Stadium auch hier Einzelberge, sog. Auslieger, von der zurückweichenden Stufe losgelöst werden, bis endlich auch diese und die ganze Stufe zerstört wird.

In jedem solchen Schichtkomplex kommen ebensoviele Stufen zur Ausbildung, als stufenbildende Horizonte (Kalke, Sandsteine) auftreten. Handelt es sich um eine flache Aufwölbung des ganzen Komplexes, so werden die Stufen in konzentrischer Anordnung ein in der Mitte gelegenes Gebiet umgeben, in dem durch Entblößung älteres Gestein als ein Altland zu Tage treten kann, von dem die konsequenten Flüsse in radialer Anordnung ausgehen. Die Steilabfälle der Stufen richten sich allseits nach innen. Wo aber zwischen zwei oder mehreren Altländern ein Schichtkomplex muldenförmig eingelagert ist, kehren die konzentrischen Stufen ihren Abfall nach außen, die konsequenten Flüsse treten aus den Altländern in die Stufenlandschaft hinein.

In Mittel- und Westeuropa knüpft sich an die mächtigen und sehr wechselvollen mesozoischen und alttertiären Sedimente die Herausbildung von drei großen Schichtstufenlandschaften, die untereinander in enger Verbindung stehen. Die englische Stufenlandschaft mit zwei Stufen und zwei Senken (Abb. 20) schließt an die drei bloßgelegten Altländer der Pennin-Chain und der Gebirge von Wales und Cornwall an. Die Entwicklung der Stufen ging wahrscheinlich so vor sich, daß zuerst weit im W die Kreidestufe entstand und nach O zurückwanderte; dann erst wurden die Triasschichten angeschnitten, und es entstand die Jurastufe. Südlich der Themse kommt durch eine neuerliche, sehr flache Aufwölbung das Stufenland des Weald zustande, im N und S überragt von den Abfällen der Kreidestufen der North- und South-Downs, die von der Küste in den bekannten Kreidekliffen bei Dover und Beachy-Head durchschnitten werden.[51])

51) Penck, Großbritanniens Oberfläche, D. Geogr. Blätter 1883.

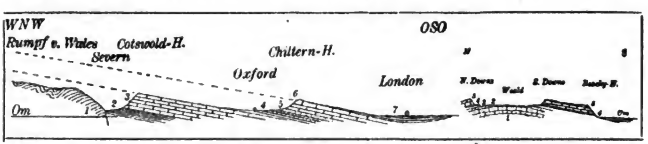

Abb. 20. Schematisches Profil durch die englische Stufenlandschaft. 1 = Jura, 2 = Hastings-Sande, 3 = Wealden-Tone, 4 = Untere Kreide, 5 = Obere Kreide. (1 = Kristallin. Gestein, 2 = Trias und Lias, 3 = Doggerkalk, 4 = Oxfordmergel, 5 = Ob. Jura und Untere Kreide, 6 = Ob. Kreide, 7 = Eozän.)

Digitized by Google

Jenseits des Kanals findet die englische Stufenlandschaft ihre Fortsetzung in der französischen, die aus einer großen flachen Schichtmulde derselben Schichten zwischen Ardennen, Vogesen, Morvan, Bretagne und Zentralplateau als den zugehörigen Altländern hervorgegangen ist. Am deutlichsten und zahlreichsten sind die Stufen im Ostflügel, wo man auf dem Wege vom Rhein nach Paris nacheinander die Bruchstufe der Vogesen, die Lothringische Stufe und die Côte de Meuse in oolithischen und Nifffalken des Dogger, die Stufe der Argonnen im oberen Jura, die Kreidestufe von Reims und endlich die eozäne Falaise de l'Isle de France östlich von Paris überschreitet, die alle den Steilabfall gegen O kehren. Auch hier ist namentlich im SO am Fuß des Morvan eine breite peripherische Senke ausgebildet, jenseits welcher Côte d'Or, Mtges. de Faucilles und Plateau von Langres die Fortsetzung der beiden Juratstufen bilden. Übrigens ist hier die Struktur bereits durch Brüche und sekundäre Schichtbiegungen mehrfach gestört. Die Entwässerung geschieht teilweise durch die Seine und ihre Nebenflüsse in konsequenten Tiefenlinien, im O auch durch Maas und Mosel, die im allgemeinen als subsequente Flüsse angelegt sind. Jugendliche Flußablenkungen sind sehr häufig. Eine Reihe von Erscheinungen, wie Durchschneidung der Schichten durch die gegen Paris sich senkenden Flächen, Abweichungen des Flußnetzes von den subsequent vorgezeichneten Linien und der Eintritt von Maas und Mosel in tiefen Tälern in die gehobene Rumpffläche der Ardennen, läßt aber darauf schließen, daß die gesamte Stufenlandschaft sich bereits im zweiten Zyklus ihrer Entwicklung befindet, also auf einer Rumpffläche angelegt worden ist.[52])

Jenseits des Rheins beginnt die südwestdeutsche Stufenlandschaft, hervorgegangen aus dem östlichen Flügel einer großen und flachen Schichtaufwölbung, deren eingebrochene Scheitelregion den Graben der Oberrheinischen Ebene bildet. Daher kehren die Stufen, Frankenhöhe und Steigerwald in Keupersandstein und die prachtvoll entwickelte Juratstufe der Rauhen Alb, ihren Steilabfall nach NW und W. Die peripherische Senke wird von keinem größeren Fluß benützt, sondern vom Main und unteren Neckar mit Tauber, Jagst und Kocher gequert; der inneren Senke folgen die Regnitz und der obere Neckar am Fuß der Juratstufe. Vor deren zerfranstem Steilabfall liegen als Auslieger die isolierten Höhen des Hohenstaufen und Hohenzollern. Auch hier scheint nach Scheu[53]) die Entwicklung aus einer im Miozän entstandenen Rumpffläche hervorgegangen zu sein. Sie begann mit einer Schrägstellung dieser Fläche nach SO und der Ausbildung eines dorthin gerichteten Flußsystems, während gleichzeitig die Einsenkung des Rheingrabens ihre Anziehungskraft auf die Flüsse ausübte. Dadurch wurde die Entwässerungsrichtung umgekehrt, da das Übergewicht der subsequenten Flüsse

52) Briquet, La Peneplaine du Nord de la France, Ann. de Geogr. 1908.

53) Zur Morphol. d. Schwäb.-Fränk. Stufenlandschaft, Forsch. z. d. Landesk. XVIII., 4, 1909; vgl. Seefeldner, Morphogen. Studien aus d. Fränk. Jura, ebda. XXI. 1914.

Digitized by Google

noch verstärkt wurde, die erobernd in das Donaugebiet vordrangen. Heute sind bereits auch die Donauquellflüsse gefährdet, die einmal zum Neckar oder zur Wutach werden abgelenkt werden.

Zu den Schichtstufenlandschaften stehen die einfachen Schwellen, sanfte Aufwölbungen ohne deutliche Ränder, in naher Verwandtschaft, indem sie oft aus der Vereinigung zweier einander zugekehrter Stufen entstehen. So vereinigen sich die beiden Stufen der Downs jenseits des Kanals in der Schwelle von Artois. Umgekehrt geht aus der Vereinigung von zwei nach außen steilabfallenden Stufen eine in der Mitte sanft eingesenkte Tafel hervor, wie z. B. das Eichsfeld in Thüringen aus der Vereinigung von Hainich und Hainleite. Im kleineren Maßstab stellen die Hilsmulde und die Adersbacher Kreidemulde synklinale Schichtstufenlandschaften mit der gleichen gesetzmäßigen Anordnung der Flüsse und Kämme dar.

2. Landschaften mit komplizierter Struktur. Gebirge.

a) **Allgemeines.** Unter einem Gebirge verstehen wir mit Penck eine ausgedehntere Landschaft mit einem anschaulichen Wechsel von Hoch und Niedrig und einem deutlichen Fuß, der sie von der tieferen Umgebung absetzt. Eine Klassifikation der Gebirge kann sich auf gewisse äußere und rein beschreibende Merkmale gründen. So werden nach der orographischen Gestaltung der Gipfelregion Kammgebirge und Kuppengebirge unterschieden. Unter Massengebirgen verstand man früher Gebirge von gedrungenem Umriß ohne auffällige Kamm- und Gipfelbildung, später die hochgradig abgetragenen Überreste einstmaliger Kettengebirge, die man als junge Faltengebirge den Massengebirgen gegenüber stellte; da wir aber heute wissen, daß viele sog. Kettengebirge in ihrer jetzigen Form mit Faltung nichts mehr zu tun haben, hat diese Unterscheidung vom morphologischen Gesichtspunkt ihren Wert verloren.

Nach der Höhe pflegt man Mittel- und Hochgebirge zu unterscheiden, wobei man als Grenze einen bestimmten Höhenunterschied zwischen Gebirgsfuß und Gipfel ansetzt, der zugleich ungefähr einen solchen der Formen bedeutet. In Mitteleuropa bezeichnen Höhenunterschiede bis etwa 1000 m die Grenze zwischen den zugerundeten, breiten, meist konvexen Mittelgebirgs- und den

Digitized by Google

zugeschärften, steileren Hochgebirgsformen. Im ariden Klima aber finden sich häufig trotz großen relativen Höhen nur sog. Mittelgebirgsformen, in hohen Breiten hingegen echte Hochgebirgsformen auch bei geringen Höhenunterschieden.

Nach der vertikalen Gliederung ließen sich Gebirge mit geschlossenen Tälern und festverwachsenen Rücken oder Graten als geschlossene Gebirge den mehr oder weniger geöffneten Gebirgen mit stark erniedrigten Pässen zwischen den Tälern gegenüberstellen. Bei weiterer Abtragung kommt es zur Bildung von Talpässen, die für das durchgängige Gebirgsland charakteristisch sind, endlich zur Bildung von Einzelberggruppen. Diese Entwicklungsreihe von Penck, die mit der von Einzelbergen überragten Wellungsebene oder Rumpflandschaft endet, beruht auf dem Unterschied des morphologischen Alters und läßt sich mit einem geologischen Prinzip, nämlich dem der inneren Struktur, verknüpfen. Daher kann man den Landschaften mit einfacher Struktur und wenig gestörten Lagerungsverhältnissen, die aber fast nie als Gebirge im obigen Sinne entgegentreten, die Gebiete mit komplizierter Struktur gegenüberstellen und diese nach der vorherrschenden Struktur in Schollengebirge, Faltengebirge und vulkanische Gebirge unterscheiden.

Aus dem Vorhandensein eines deutlichen Gebirgsfußes muß geschlossen werden, daß in den Gebirgen die Krustenbewegungen intensiver wirkten als die abtragenden Vorgänge. Daher können Gebirge nur Landschaften im jugendlichen oder reifen Stadium der Entwicklung sein; alte Gebirge im morphologischen Sinne kann es nicht geben, da eine bis zum Altersstadium abgetragene Landschaft eben nicht mehr als Gebirge, sondern als Rumpflandschaft erscheint. Wohl kann aber eine solche durch neuerliche Krustenbewegungen und abermalige Zerschneidung den Charakter eines Gebirges erhalten; dann aber ist für dessen morphologische Gestaltung und Höhenlage nicht mehr so sehr die alte Struktur, sondern das Ausmaß, die Art und das morphologische Alter dieser erneuten Krustenbewegungen maßgebend, die soweit bekannt, niemals in abermaliger Faltung, sondern nur in Hebungen und Verbiegungen, verbunden mit Brüchen bestanden. Es lassen sich daher alle Gebirge überdies in ein- und mehrzyklische Gebirge unterscheiden.

Digitized by Google

Der Entwicklungsgang einer Landschaft im zweiten Zyklus wird sich im allgemeinen in derselben Weise vollziehen wie im ersten, doch mit dem Unterschied, daß die Uroberfläche jetzt nicht eine Fläche junger, gehobener Meeresablagerungen, sondern eine von Verwitterungsmassen bedeckte Rumpflandschaft ist, auf der sich die Verteilung der harten und weichen Gesteine in der der erhalten gebliebenen Rücken und Hügel widerspiegelt. Es werden daher die weichen Gesteine rasch zu reifen Tälern ausgestaltet, während im harten Gestein die Täler gleichzeitig noch jugendlichen Charakter haben. Bestanden die neuen Krustenbewegungen in einer ungleichmäßigen Verbiegung, so werden neue konsequente Flüsse entstehen müssen, während die größeren der Hebung gegenüber sich antezedent verhalten.

Solange die neuerliche Zerschneidung noch nicht sehr weit vorgeschritten ist, also im Jugendstadium des zweiten Zyklus, sind noch ausgedehnte Flächen der alten Rumpflandschaft erhalten, die in großem Gegensatz zu den neuen, noch jugendlichen Tälern stehen; wie das in vielen plateauförmigen Gebirgsländern der Fall ist. Dauert bei fortgesetzter Hebung die Zerschneidung weiter an, so gehen allmählich alle Spuren der ehemaligen Rumpffläche verloren oder erhalten sich nur im Bereich der obersten Kämme in kleinen Flächenstücken. Das Gebirge hat dann alle Merkmale der Reife, und es wird der Schluß, ob es sich um eine Landschaft im ersten oder zweiten Zyklus handelt, umso schwerer fallen, je homogener das Gesteinsmaterial ist und je komplizierter die neuen Krustenbewegungen waren. Oft kann dann der Vergleich benachbarter Gebiete entscheidend sein. So besteht ein ziemlicher Unterschied zwischen der flachen Nordabdachung des Erzgebirges mit den noch wohlerhaltenen Überresten einer alten Topographie und unfertigen Tälern und der stärker abgebogenen und daher stärker zerschnittenen und besser ausgereiften Südabdachung. Die Zusammengehörigkeit beider Teile gestattet, den im N gemachten Schluß auch auf die Südseite zu übertragen. Oft pflegt die Erscheinung, daß benachbarte Gipfel nahezu gleich hoch sind und zwar unabhängig vom Gebirgsbau, als Argument für eine ehemalige und nun wieder zerstörte Rumpffläche verwendet zu werden. Diese sog. Konstanz der Gipfelhöhe muß sich aber bei fortgeschrittener Reife auch im ersten Zyklus einstellen. Denn je-

Digitized by Google

mehr ein Gipfel oder Rücken von Anfang an seine Nachbarn überragt, desto stärker arbeiten an ihm die zerstörenden Kräfte. Daher verlieren sich mit der Zeit die ursprünglichen Höhenunterschiede der Gipfel, bis schließlich die Gipfelhöhen nur durch den Gesteinscharakter bestimmt sind, die widerstandsfähigsten Gesteine die höchsten Gipfel bilden und auch Kämme und Ketten ungefähr gleiche Höhe erhalten. Es ist daher diese Tatsache nur mit großer Vorsicht als Argument für die Existenz einer ehemaligen Rumpffläche zu verwenden.

Sobald bei fortgesetzter Hebung die letzten Reste der alten Fläche verschwunden sind, liegt ein *reifes Hochgebirge* mit reich verzweigten Tälern, scharfen Gipfel- und Gratformen, steilen Gehängen und höchster Anpassung aller Formen an den Gesteinscharakter vor, also mit demselben Charakter wie bei Landschaften im ersten Zyklus und intensiven und lang andauernden Krustenbewegungen. Die Entscheidung über ein- oder mehrzyklische Entwicklung wird dann noch hypothetischer und kann nur durch sehr eingehende Untersuchung der Talanordnung oder durch Zuhilfenahme geologischer Argumente z. B. des Alters der Gesteinsschichten und der letzten Krustenbewegungen gefällt werden. Hört nun die Hebung endlich auf, so gewinnt die Abtragung das Übergewicht, das Gebirge tritt mit runden Formen, mäßig steilen Gehängen und reichlicher Schuttdecke in das Stadium der späteren Reife. Solche Gebirge nennt *Davis unterjochte* (subdued); Beispiele bieten die Blue Mts. in den südlichen Appalachien und die Schieferberge der Ostalpen, soweit sie nicht deutliche Spuren der alten Vergletscherung tragen. Aber solche Mittelgebirgsformen können ebenso bei reifen Gebirgen des ersten Zyklus wie bei weniger hoch gehobenen Gebirgen im Reifestadium, die niemals Hochgebirge gewesen sind, vorkommen. Der Abtragungsprozeß geht dann in der früher geschilderten Weise weiter und kann wieder bis zur Ausbildung einer Rumpffläche mit Härtlingen führen.

b) **Bruch und Schollengebirge.** Nach dem oben Gesagten lassen sich die in ihrer Struktur durch Brüche bedingten Gebirge in *einfache* (= einzyklische) Bruchgebirge und aus Rumpflandschaften hervorgegangene *Rumpfschollengebirge* unterscheiden, zu denen namentlich die Trümmer oder Reste alter, einst zusam-

Digitized by Google

menhängender Faltengebirge gehören, die voneinander durch Ebenen oder Meeresteile getrennt sind. Dabei können die umgrenzenden Brüche entweder zum

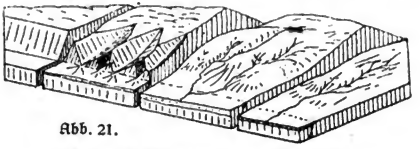

Abb. 21.
Schema der Abtragung einer Bruchstufe.

alten Schichtstreichen parallel verlaufen oder, was häufiger der Fall ist, dieses unter verschiedenen Winkeln durchkreuzen, wie das von den Gebirgsinseln des ungarischen Beckens und von den griechischen Gebirgen gilt. Je nach der Anordnung der Brüche sind ferner die Bruchstufen- oder Keilschollengebirge, bei denen das Gebirge nur an einer Seite durch einen Bruchabfall von seiner Umgebung abgegrenzt ist (Erzgebirge, Schwarzwald und Vogesen), von den allseits oder wenigstens an zwei entgegengesetzten Seiten an Brüchen herausgehobenen Horstgebirgen (Harz, Thüringerwald) zu trennen, die oft in Form mehrerer paralleler Langschollen auftreten (Sudeten).

Für die Ausgestaltung der Schollengebirge kommt als sehr wesentlich in Betracht, ob der zerbrochene Block aus flachgelagerten oder stark gestörten, ob er aus homogenen oder verschieden widerstandsfähigen Schichten besteht. Bei flachgelagerten Schichten wird das Bruchgebirge die Form eines Tafellandes annehmen und die Bruchstufe wird in dem Maße, als der eine Flügel sich hebt oder der andere sich senkt, in ähnlicher Weise zerschnitten und abgetragen wie eine Schichtstufe. Mit der Zeit rückt der Abfall der Gebirgsmasse immer mehr von der Bruchlinie zurück und wird flacher, bis endlich eine Rumpffläche sich über die Bruchlinie hinwegzieht (Abb. 21). In den ersten Stadien der Abtragung der Stufe, aber auch wenn der tektonische Vorgang nach einer Zeit der Ruhe wieder von neuem einsetzt, werden sich unmittelbar über der Bruchlinie als Reste der Bruchfläche dreieckige Facetten erheben, durch die die zwischen den Abdachungstälern herabziehenden Sporne durchschnitten werden. Das ist z. B. am Rande von Schwarzwald oder Vogesen oder am Abfall des Wasatch-Gebirges gegen das Becken des Großes Salzsees der Fall. Weit vorgeschrittene Bruchstufen sind ohne genügende geologische Argumente oft von einfachen Schichtstufen schwer zu unterscheiden; doch ver-

Digitized by Google

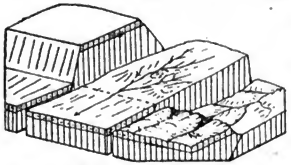

Abb. 22. Entwicklung einer Bruchlinienstufe aus einer Bruchstufe. (Nach W. M. Davis.)

laufen erstere meist geradliniger und es fehlen ihnen die vorgelagerten Auslieger.

Wenn nun im Stadium der völligen Vernichtung einer Bruchstufe eine harte Schicht der gesenkten Scholle mit einer weicheren der gehobenen Scholle in Berührung gebracht wird, so wird diese noch weiter abgetragen; es tritt eine Inversion des Reliefs ein, indem die gesenkte Scholle die gehobene überragt. Dasselbe wird (ohne Rücksicht auf die Widerstandsfähigkeit) geschehen, wenn nach einer Zeit der Ruhe die bisher gesenkte Scholle sich hebt, wie das bei der großen Lausitzer Verwerfung der Fall zu sein scheint, wo heute das einst gehobene und überschobene Granitgebiet das tiefere Land darstellt.[54]) Wenn aber die über die Bruchlinie hinwegziehende Rumpffläche ohne Verjüngung der Bruchbewegung eine ausgedehnte Hebung erfährt, so kommt es zu einer Verjüngung der Bruchstufe durch Erosion. Sind nun zu beiden Seiten der alten Bruchlinie Gesteinsverschiedenheiten vorhanden, so wird eine neue Stufe herausgearbeitet, deren Steilabfall stets dem aus weicherem Material bestehenden Flügel zugekehrt ist, gleichgültig ob er ursprünglich gehoben oder gesenkt war. Solche Bruchlinien im 2. Zyklus bezeichnen wir nach Davis als Bruchlinienstufen (Abb. 22). Sie erstrecken sich nicht so weit als die alte Verwerfung, sondern soweit, als Gesteine verschiedener Widerstandsfähigkeit zusammenstoßen, wobei es auch stellenweise zu einer Inversion des Reliefs kommen kann.

Wenn dem Fuß der Stufe ein sog. Bruchlinienfluß folgt und dieser einschneidet, bilden sich zu beiden Seiten zwei einander zugekehrte Stufen aus, die dann die gleiche Entwicklung wie oben beschrieben durchmachen, wobei es bei verschiedenem Material auch wieder zur Inversion des Reliefs kommen kann. Ein seltener Fall ist der, daß grabenartig versunkene Schollen, sobald sie aus härterem Gestein bestehen, zu einem Rücken herausgearbeitet werden, während die Umgebung zu einem Tiefland abgetragen wurde.

54) Staff, Geomorphogenie und Tektonik im Gebiet d. Lausitzer Überschiebung, Geol.-Pal. Abh. N. F. Bd. XIII. Jena 1914.

Digitized by Google

Solche und die umgekehrten Erscheinungen von Tälern in Horsten sind aus Thüringen und dem Basler Tafeljura bekannt.

Einfache einzyklische Schollenländer sind außerordentlich selten. Das beste Beispiel bietet ein Teil des großen Lava- und Tuffplateaus in Oregon, das in sehr junger geologischer Vergangenheit in eine große Anzahl langer schmaler Schollen zerbrochen wurde, die gegeneinander in der mannigfachsten Weise verschoben wurden. In mehreren Perioden vollzog sich die Bruchbildung, die das Colorado-Tafelland vor der Bildung des großen Cañon mit Sprunghöhen der Brüche bis zu 2000 m betroffen hat. Auch die große syrisch-arabische Bruchregion mit den Gräben des Orontes- und Jordantales und des Toten und Roten Meeres befindet sich wahrscheinlich noch im Jugendstadium des ersten Zyklus. Viel komplizierter ist die Entwicklung des ostafrikanischen Schollenlandes; doch hat auch hier der jetzige, durch die großen Brüche eingeleitete Zyklus erst ein ganz jugendliches Stadium erreicht. Weit häufiger sind aber Schollengebirge im Bereich alter Faltungsgebirge, wo die Faltung für das heutige Relief gänzlich bedeutungslos geworden ist und die Schollen aus einer Rumpffläche hervorgegangen sind. Das gilt vom ganzen mitteleuropäischen Schollenland, das aus der Zerbrechung einer im älteren Tertiär entstandenen Rumpffläche hervorging, die im Innern der einzelnen Schollen noch in Form von Plateauflächen wohl erhalten ist.[55]) In Asien beherrschen Brüche das ganze nördliche Zentralasien vom Pamir bis zum Stillen Ozean und Ostasien, und zwar teils in Form echter Brüche, teils als sog. disjunktive Dislokationen, verbunden mit Zerrungen. Die heutigen Hochgebirge Alai, Tianschan, Altai, Sajan sind also Rumpfschollengebirge, die aus der Hebung und Zerberstung einer bis in mitteltertiäre Zeit noch erhaltenen Rumpffläche hervorgegangen sind und seither noch kaum das Stadium der Reife erreicht haben.[56]) Auch in Nordamerika sind zahlreiche Kettengebirge als junge oder reife Schollengebirge erkannt worden, die sich im zweiten Zyklus ihrer Entwicklung befinden. Ein riesiger Langblock ist die Sierra Nevada, die gegen O durch eine Bruchstufe begrenzt ist und mit einer sanften Abdachung gegen W sich senkt. Ein ganzes System von Schollen bilden die sog. Basin-Ranges des Großen Beckens mit NS-Streichen der Ketten, die zwischen sich abflußlose Wannen oder Schotterebenen einschließen. Bei manchen trat eine Verjüngung der Brüche sogar erst in postglazialer Zeit ein. Auch die Rocky-Mountains sind erst durch junge Brüche und große Verbiegungen gegen die Prärietafel zu ihrer heutigen Höhe gehoben worden, wobei die alte Rumpffläche mit zahlreichen Restbergen in Höhen von 3500—4000 m noch ziemlich gut erhalten ist.[57])

55) Hettner, Die deutschen Mittelgebirge, Geogr. Ztschr. 1904. — Philippi, über d. präoligozäne Landoberfl. in Thüringen, Z. d. geol. Ges. 1910. — Braun, Deutschland, Berlin 1915.

56) Machatschek, Neuere Arbeiten z. Morphol. von Zentralasien, Geogr. Z. 1915.

57) Reid, Geomorphogeny of the S. Nevada, Univ. of Calif. Publ.

Digitized by Google

Zu den Schollenlandschaften sind auch die sog. Massive zu rechnen, größere Gebiete, die durch lange Perioden eine aufsteigende Tendenz hatten, daher nur selten vom Meere bedeckt und mehrmals bis nahe an das untere Denudationsniveau abgetragen wurden, so daß das kristallinische Grundgebirge auf weiten Flächen die Oberfläche bildet. Durch jüngere Bewegungen wurden sie als Ganzes gehoben und aufgewölbt, zugleich aber auch an ihren Rändern und im Innern von Brüchen betroffen, so daß sie in ihren Grenzen Bruchgebirge, aber auch jungvulkanische Kuppengebirge enthalten. Hierher gehört das Böhmische Massiv mit seinen Randgebirgen, das französische Zentralplateau mit den Cevennen, die Iberische Meseta mit dem Kastilischen Gebirge u. a.

c) **Die Faltengebirge.** Bei allen Verschiedenheiten der Höhe und äußeren Form ist den Faltengebirgen der innere Bau gemeinsam, indem hier größere Teile der Erdkruste durch seitliche Bewegungen entweder in langgezogene, untereinander parallele und meist dicht gedrängte Falten gelegt oder ganze Schichtpakete deckenartig übereinander geschoben und überdies noch gefaltet wurden. Die Grenzen des Faltengebirges liegen entweder dort, wo auch seine Struktur zu Ende geht und die gefalteten Schichten allmählich in die horizontale Lagerung sich austönen; man kann dann von konkordanten Grenzen sprechen, wie das am Nordrand der Alpen und Apenninen und am nordwestlichen Rand des Jura und der Appalachien der Fall ist; oder es verschwinden die Falten unter einer Decke von jüngeren Ablagerungen, die sie diskordant überlagern und gegen die sie häufig abgebrochen sind, wie am Südrand der Alpen und am Innenrand der Apenninen. Das Ende des Faltengebirges in der Richtung der Faltung ist nur selten durch ein Austönen oder eine Verdünnung der Faltenzone bestimmt, sondern zumeist auch diskordant durch Brüche, wobei sich die Faltungszone in der Tiefe unter den jungen Ablagerungen fortsetzt, um dann wieder emporzutauchen und ein neues Gebirge von ähnlichem Bau zu bilden (Alpen-Karpaten). Bisweilen löst sich das Gebirge dabei in mehrere, fächerförmig divergierende Zonen auf (sog. Virgation, z.B. der Ostalpen).

Dept. of Geol. VI. 1911. Keyes, Structure of Basin Ranges, J. of Geol. XIII. 1905. Davis, The mountain ranges of the Great Basin, Bull. Mus. Comp. Zool. XLII. 1903.

Digitized by Google

Für die geologische Geschichte eines Faltengebirges ist die von Dana gemachte Unterscheidung in monogenetische Faltungszonen, die ihre Entstehung einem einzigen Faltungsvorgang verdanken, und polygenetische wichtig, bei denen mehrere Faltungszonen durch wiederholte Faltung aneinander geschweißt wurden. Doch ist diese Art von Faltengebirgen nicht zu verwechseln mit mehrzyklischen, bei denen dasselbe Material ohne Angliederung neuer Zonen mehrmals von Krustenbewegungen betroffen wurde. Die geologisch so wichtige zonale Anordnung vieler Faltengebirge kommt morphologisch namentlich insofern in Betracht, als die verschiedenen Gesteinstypen bei der Zerstörung des Gebirges verschiedene Formen entstehen lassen.

Im morphologischen Sinne läßt sich von Faltengebirgen natürlich nur dort sprechen, wo die Faltenstruktur für das heutige Relief entweder noch unmittelbar bestimmend oder doch die Art und Weise, wie die Ausarbeitung der Formen geschieht, durch die Struktur vorgeschrieben ist. Daher sind alle solche Faltengebirge geologisch junge Gebirge. Das Auftreten von Mittelgebirgsformen zeigt entweder eine geringere Intensität der Krustenbewegung oder eine nach ihrem Erlöschen bereits weit vorgeschrittene Abtragung an. Abgetragene Faltungszonen erscheinen als wiedergehobene und neuerlich zerschnittene Rumpflandschaften und gehören daher irgend einem andern morphologischen Gebirgstypus an. Aber auch bei sehr vielen geologisch jungen Faltengebirgen sind die heutigen Höhen und ein Teil der Formen nicht durch den letzten Faltungsprozeß entstanden, sondern durch noch jüngere Krustenbewegungen, die sich teils geologisch durch Brüche und Schichtverbiegungen, teils morphologisch durch das Auftreten von hochgelegenen Talbodenresten oder Gipfelflächen, überhaupt von älteren Formen neben jungen Tälern oder die Anordnung des Talnetzes erweisen lassen; sie sind also als zweizyklisch zu bezeichnen.

In einem jungen Faltengebirge mit offenen Falten aus verschieden widerstandsfähigen Schichten, wofür der Schweizer Jura in seinem östlichen Teil das beste Beispiel ist[58]), herrscht Kon-

58) Machatschek, Pet. Mitt. Erg.-H. 150, 1905, u. Z. Ges. Erdk. Berlin 1916 (wo auch die jüngere Literatur).

Digitized by Google

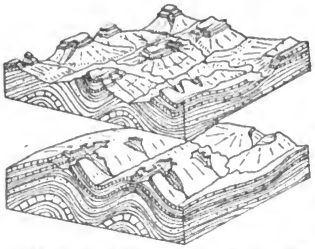

Abb. 23. Ausbildung der Inversion des Reliefs in einem Faltengebirge. (Nach E. de Martonne.)

kordanz zwischen Struktur und Relief. Die Flüsse folgen den tektonischen Mulden und erhalten Nebenflüsse von den Gehängen der Gewölbe; diese erscheinen als lange, kulissenförmig angeordnete Ketten oder Rücken mit nur wenig zerstörter Scheitelregion. Werden in dieser durch ein Flankental weichere Schichten angeschnitten, so bilden sich im Streichen derselben durch subsequente Flüsse Antiklinaltäler aus, begleitet von asymmetrisch gebauten Monoklinalkämmen. Wo sich eine Antiklinale im Streichen senkt, entstand gleichzeitig mit der Auffaltung ein ursprüngliches Quertal, eine Klus. Während nun beim weiteren Vorschreiten der Erosion die Muldentäler in der Vertiefung zurückbleiben, sobald ihre Flüsse auf ein hartes Schichtglied gestoßen sind, schreitet die Bildung der Antiklinaltäler rasch weiter, bis sie ein tieferes Niveau erreicht haben als jene und die Flüsse der Muldentäler zu sich ablenken. Endlich ist eine völlige Inversion des Reliefs vollzogen mit einer Reihe von Antiklinaltälern, getrennt durch synklinale Kämme (Abb. 23). Geht die Ausbildung noch weiter, so können auch die Antiklinaltäler in der Vertiefung zurückbleiben, während die Synklinalkämme weiter abgetragen werden, und es entstehen neue Rücken und Täler an der Stelle der ursprünglichen, aber in wesentlich tieferem Niveau.[59])

Im Bereich gedrängter und geschlossener Falten und Deckenüberschiebungen ist die Anpassung des Talnetzes an die Struktur eine viel schwierigere Frage, und es läßt sich die Entwicklung überhaupt nicht deduktiv darstellen, da die Uroberfläche nicht bekannt ist. Jedenfalls geben hier die dichtgedrängten Falten bei raschem Wechsel des Gesteinsmaterials Anlaß zur Bildung vieler subsequenter Täler und Kämme; wo die kristallinischen Kerne bloßgelegt sind, entwickelt sich eine einfachere Topographie. Im allgemeinen scheinen in solchen Gebirgen, wie z. B. in den Schwei-

59) De la Noë u. De Margerie, Les formes du terrain; Penck, Über Denudation der Erdoberfläche. Schr. Ver. V. Verbr. Nat. K. Wien 1886/7.

Digitized by Google

zer Alpen, die Quertäler die ursprünglichen zu sein; ihre Flüsse haben ihren Lauf auf einer ganz anderen, nicht mehr zu rekonstruierenden Oberfläche von Deckschichten eingerichtet und epigenetisch beibehalten: die großen und kleinen Längstäler knüpfen an weichere Schichten an.[60])

Der zweite Zyklus eines bereits mehr oder weniger abgetragenen Faltengebirges wird niemals durch erneute Faltung eingeleitet, da die abgetragenen Massen abermaligen Krustenbewegungen gegenüber sich starr verhalten; nur dort, wo während der Abtragung weichere Massen durch Sedimentation dem Gebirge angegliedert wurden, werden diese gefaltet, das übrige Gebirge aber gleichzeitig als ganzes gehoben und zumeist auch im Innern und an den Rändern von Brüchen betroffen. Die weitere Entwicklung ist dann auch noch im hohen Maße von der Faltenstruktur und der wechselnden Gesteinsbeschaffenheit abhängig. Wieder bilden die harten Schichtbänke Kämme, die weicheren Täler, deren Flüsse allmählich die in bezug auf die neue Aufwölbung konsequenten Flüsse verdrängen. Die größeren Flüsse erhalten sich antezedent, die übrigen werden sich der Gesteinsbeschaffenheit anpassen. Je weiter die Erosion geht, desto maßgebender wird die alte Struktur. Ein solches Gebirge kann dann in seinem Relief und der Anordnung des Talnetzes sehr einem reifen Faltengebirge im ersten Zyklus ähneln.

Diese Vorgänge wurden in allen Einzelheiten und durch geologische Argumente gut gestützt in den Appalachien studiert[61]), die aus einem sehr mächtigen Komplex verschieden widerstandsfähiger, bereits am Schluß der paläozoischen Zeit intensiv gefalteter Schichten bestehen. Trotzdem zeigt das Gebirge namentlich in Pennsylvanien die jurassische Anordnung des Gewässernetzes, indem die Täler als Mono- oder Antiklinaltäler an die weicheren Gesteine gebunden sind, die parallelen oder in sehr spitzen Winkeln sich treffenden, lang dahinstreichenden, zumeist monoklinalen Kämme an die harten Sandsteine und Quarzite. Zahlreiche Durchbruchstäler, sog. Watergaps, verbinden die Längstäler; sie sind teils Stücke antezedenter Täler, teils durch Anzapfung entstandene junge

60) J. Blaas, Struktur u. Relief in d. Alpen, Z. D. u. Ö. Alpenver. 1904; E. Richter, Gebirgshebung und Talbildung, ebda. 1899; O. Ampferer, Geolog. Beschr. d. Karwendelgeb. Jb. Geol. Reichsanst. Wien 1898. — N. Krebs, Länderk. d. österr. Alpenl. 1913.

61) Davis, Rivers and valleys of Pennsylvania, Nat. Geogr. Mag. I. 1889. — Machatschek, D. Appalachien, Viertelj. H. f. d. geogr. Unterr. II. 1903 (wo auch die amerikanische Literatur).

Digitized by Google

Quertäler. Dieses Relief ist das Ergebnis einer sehr komplizierten Entwicklung. Nachdem die Appalachien zu einer welligen Rumpffläche mit einige hundert Meter hohen Restbergen und -kämmen abgetragen waren, erfuhren sie am Ende der Kreidezeit eine Hebung in Form einer NO streichenden elliptischen Aufwölbung im Maximalbetrag von über 1200 m. In dem neu einsetzenden Erosionszyklus wurden im Bereich der weichen Schichten breite Längstäler, namentlich in der Zone des sog. Großen Tales, ausgearbeitet, die von langen, schmalen Kämmen mit ebener Profillinie überragt waren. Dieser Zyklus brachte es aber zumeist nur zur Bildung von lokalen Verebnungsflächen durch seitliche Erosion und wurde gegen Ende des Tertiärs von einer neuen, sehr unregelmäßigen Hebung unterbrochen, in deren Gefolge neue Täler bis zum Stadium der Reife eingeschnitten wurden; durch eine jüngste Hebung endlich wurden aus diesen Tälern bis 200 m hohe Terrassen herausgeschnitten.

Während der Schweizer Jura als Beispiel eines einzyklischen, relativ einfachen, die Westalpen als das eines einzyklischen, sehr kompliziert gebauten und durch eine junge Hebung nicht wesentlich veränderten Faltengebirges gelten können, müssen die Ostalpen bereits als zweizyklisch bezeichnet werden, da sie nach der oligozänen Hauptfaltung in großen Teilen bereits bis zum Stadium der Reife abgetragen waren, als sie durch neuerliche Krustenbewegungen, Hebungen, Aufwölbungen und Brüche, betroffen wurden. Dasselbe gilt von den Karpaten, von den Apenninen und dem Dinarischen Gebirge, wahrscheinlich auch von den Pyrenäen. In allen diesen geologisch jungen Faltengebirgen sind lokale Verebnungsflächen nachweisbar, die neuerlich von den Flüssen zerschnitten wurden; nirgends aber kam es zur Bildung einer Rumpffläche; der erste Zyklus wurde bereits im Stadium der Reife

Abb. 24. Schematisches Profil durch das Rheinische Schiefergebirge. (U = Rumpffläche, M = Härtling, T = Verebnungsfläche, G = Rheintal.) (Nach G. Braun.)

Digitized by Google

abgebrochen.[62]) Anders steht es bei den auch geologisch alten Faltengebirgen, die nach ihrer, meist jungpaläozoischen Faltung eine vielleicht mehrmalige Einebnung zu Rumpflandschaften erfahren haben und deren heutiges Relief durch Aufwölbungen und Brüche ein von dem alten total verschiedenes Aussehen besitzt. Sie erscheinen entweder als Rumpfschollengebirge, wie die erwähnten Gebirge von Mitteldeutschland, die Landschaften im Innern und an den Rändern der alten Massive, die Gebirge des nördlichen Zentralasiens oder des westlichen Nordamerika u. v. a. oder als einfache Wölbungsgebirge, wie das Skandinavische Hochgebirge, wo in zwei langandauernden Zyklen es zur Bildung von sehr vollkommenen Rumpflandschaften kam, deren wenig zerschnittene Reste als „Fjelde" in zwei Niveaus übereinander liegen.[63]) Auch das Rheinische Schiefergebirge mit den Ardennen gehört hierher, dessen Entwicklung sich nach Oestreich[64]) in drei Zyklen vollzog (Abb. 24). Am Ende des ersten (im mittleren Tertiär) war das intensiv gefaltete Grundgebirge und die teils aufgelagerte, teils eingesunkene Buntsandsteindecke zu einer welligen Rumpffläche abgetragen, die in einer heute rund 300—450 m hohen eintönigen Hochfläche entgegentritt, überragt von Rücken aus besonders hartem Gestein (Taunus, Soon- und Idarwald). Im Pliozän geschah eine langsame Aufwölbung, wahrscheinlich mit flexurartiger Abbiegung gegen N; am Ende dieses zweiten Zyklus flossen Rhein, Mosel und Lahn wieder in breiten, sehr reifen Tälern und schütteten die Schotter der Hochterrasse auf. Dann setzte eine neue starke und ruckweise Aufwölbung ein, die größeren Flüsse schnitten als antezedente rasch ein und bilden daher eingesenkte Mäander in den breiten Talfluren des zweiten Zyklus, aber von zwei Terrassensystemen begleitet. Analog ist die Entwicklung des Französischen Zentralplateaus und aller der großen, aus gefalteten, alten und ungefähr gleichmäßig widerstands-

62) Machatschek, Verebnungsflächen u. junge Krustenbewegungen, Ztschr. Ges. Erdk. Berlin 1916, wo auch die gesamte jüngere Literatur.

63) Reusch, Betrachtungen ü. d. Relief v. Norwegen, Geogr. Z. 1903; Machatschek, Geomorph. Studien aus d. Skandin. Hochgebirge, Abh. k. k. Geogr. Ges. Wien VII, 2, 1908.

64) Pet. Mitt. 1908 u. 1909. Hol, Beiträge z. Hydrographie d. Ardennen. Jber. Frankfurter Ver. f. Geogr. 1914/16.

Digitized by Google

fähigen Gesteinen bestehenden, aber eingeebneten und mehrfach gehobenen Plateaumassen ohne eigentlichen gebirgigen Charakter.

3. Die Karstlandschaft.

Wesentlich anders vollzieht sich die Entwicklung einer Landschaft, die aus mächtigen Massen eines durchlässigen und zugleich löslichen Gesteins, also namentlich aus Kalk besteht, in den sog. Karstlandschaften. Im Gegensatz zu der durch das rinnende Wasser modellierten normalen Erosionslandschaft ist der Karst eine Korrosionslandschaft, im Gegensatz zu den Tallandschaften der undurchlässigen Gesteine vielfach eine Wannenlandschaft. Dabei aber werden Unterschiede der Gesteinsbeschaffenheit wichtig. Unreiner Kalk oder Gesteine, die einem starken mechanischen Zerfall ausgesetzt sind, wie namentlich Dolomit, haben noch vorwiegend die Formen der Erosionslandschaft. Sie bezeichnet A. Grund[65]) als Halbkarst im Gegensatz zum eigentlichen Karst, wo anstatt der Täler die Dolinen die vorherrschende Oberflächenform sind. Es sind das schlot-, trichter- oder schüsselartige Vertiefungen der anstehenden Karstoberfläche mit rundem oder elliptischem, oft sternförmig gezacktem Umriß und den verschiedensten Dimensionen von 10 m bis etwa 1 km Durchmesser und mit Tiefen von 2 bis etwa 200 m. Den Boden erfüllen Sturzblöcke, Lehm, Schnee oder auch, sobald der Boden abgedichtet ist, Wasser, so daß sie als Dolinenseen auftreten. Die Entstehung der Dolinen[66]) ist eine Folge der Durchlässigkeit und Löslichkeit des Kalkes. Indem das Wasser an einer Kluftfläche versickert, erweitert es die Kluft und schafft einen engen Schlot; seine Wandungen werden allmählich durch Lösung abgeböscht und von Karren durchfurcht, daher zuerst trichter-, endlich schüsselförmig, wobei auch der Durchmesser wächst. Benachbarte Dolinen wachsen durch allmähliche Aufzehrung der trennenden Flächen zusammen; so entstehen die großen, flachen Uvalas, deren Boden meist durch Lehm abgedichtet ist, womit das Wachstum nach der Tiefe abgeschlossen ist. Oft stehen Dolinen mit unterirdischen, viel verzweigten Höhlen in Verbindung. Während das in ihnen zirku-

65) Der geographische Zyklus im Karst, Ztschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1914.

66) Cvijić, Das Karstphänomen, Geogr. Abh. V, 3, 1893.

Digitized by Google

lierende Wasser an ihrer Erweiterung arbeitet, wird auch das Höhlendach durch die chemischen Wirkungen des austretenden Kluftwassers und durch Abbröckelung zerstört und es kann sich der Hohlraum durch Einsturz in eine offene Hohlform verwandeln. Solche Einsturzdolinen sind aber sehr selten; die große Mehrzahl der Dolinen sind Korrosionsformen, was schon daraus hervorgeht, daß sie auch dort auftreten wo keine Höhlen nachweisbar sind, und sofort aussetzen, wo über dem Kalk eine Schicht undurchlässigen Gesteins auftritt.

Eine weitere Eigentümlichkeit der Karstlandschaft sind die blinden Täler mit steilen, oft wandartigen Gehängen und einem untern Talschluß, deren Fluß in einem Höhlengang verschwindet; sie sind wohl vielfach durch allmähliches Fortschreiten des Einsturzes von Höhlendächern entstanden. Doch können blinde Täler auch aus normalen sich entwickeln, wenn Flüsse beim Einschneiden auf einen durchlässigen Horizont stoßen, der über dem allgemeinen Karstwasserniveau gelegen ist, oder wenn sie zu wenig Material führen, um ihr Bett abzudichten. Dann wird das Wasser vom Kalk verschluckt und setzt sich eine Zeitlang als Höhlenfluß fort, um dann in den Klüften des Kalks allseitig sich zu verlieren. So endet das Tal der Reka in Istrien wenig unterhalb der Grenze von Flysch und Kalk in den Höhlen von St. Canzian; das letzte Talstück vor der Höhle ist ein Einsturztal mit senkrechten Wänden.

Sehr häufig sind im Karst die Trockentäler. Sie entstanden zumeist dadurch, daß ein von außerhalb des Karstgebietes kommender Fluß zuerst seinen Weg auf der Karstoberfläche nahm, aber dann, etwa durch Sinken des Karstwasserniveaus, der Verkarstung erlag. Liegt das Flußbett innerhalb der Schwankungen des Karstwassers oder versickert zur Zeit geringer Niederschläge und Wasserführung das Flußwasser in den Klüften des ungenügend abgedichteten Bettes, so haben wir es mit periodischen Flüssen und Trockentälern zu tun. Solche zertalte Kalkflächen sind für den Halbkarst, z. B. in Thüringen und Schwaben charakteristisch.

Wo die talbildende Kraft fehlt, können die Krustenbewegungen ungestört wirken und die tektonisch gebildeten Wannen sich erhalten. Die große Mehrzahl der Poljen, geschlossener, meist

Digitized by Google

steilwandiger Becken von elliptischem oder polygonalem Umriß mit ebenem Aufschüttungsboden und unterirdischer Entwässerung durch trichter- oder schachtartige Löcher, sog. Ponore, entstand durch geschlossene Faltung, Verbiegungen oder Brüche. Speziell für die meisten großen Poljen der dinarischen Karstländer hat Grund gezeigt[67]), daß ihre Bildung in verschiedenen Abschnitten der zweiten, jungtertiären tektonischen Periode durch Einbrüche oder Abriegelung von Tälern zustande kam, während wieder andere aus der Vereinigung von Uvalas oder aus der mechanischen Ausräumung weicher Schichten in Sätteln flacher Antiklinalen hervorgingen. Die Vertiefung von Dolinen und Poljen kann natürlich nur bis zum Karstwasserspiegel fortschreiten, der sich gegen den Meeresspiegel hin senkt. Daher trifft man in den küstennahen hohen Karstgebirgen auch die tiefsten Dolinen und Poljen. Eine nachträgliche Senkung verwandelte sie dann in Seen.

Im echten und homogenen Karst ist die Korrosionsdoline die Ausgangsform des geographischen Zyklus, die Korrosionsbasis ist der Grund- oder Karstwasserspiegel, entsprechend dem Meeresspiegel als der Erosionsbasis in der normalen Erosionslandschaft. Der Karstzyklus wird nun nach Grund (Abb. 25) dadurch eingeleitet, daß die Kalkoberfläche durch Hebung des Landes oder Senkung des Karstwasserspiegels über diesen zu liegen kommt.

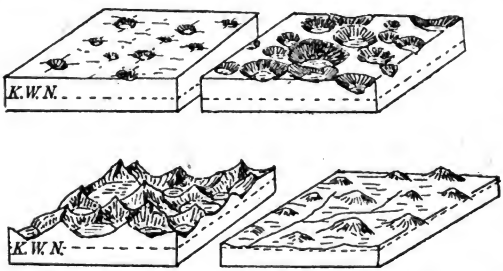

Abb. 25. Schema des Karstzyklus. (*K. W. N.* = Karstwasserniveau.) (Nach A. Grund.)

An Stellen stärkerer Zerklüftung entstehen unregelmäßig verteilte Dolinen, getrennt durch weite dolinenfreie Zwischenräume. Mit der Zeit sinkt der Karstwas-

67) Beitr. z. Morphologie des dinar. Gebirges, Geogr. Abh. IX, 3, 1910.

Digitized by Google

serspiegel, weil der Kluftraum, auf dem sich die gleichbleibende Sickerwassermenge verteilt, durch Erweiterung der Klüfte größer wird. Zugleich werden seine Schwankungen geringer, die Spiegeloberfläche gleichmäßiger. Die Zahl und Größe der Dolinen wächst, indem zwar einige untereinander verwachsen, aber immer noch neue entstehen. Zu Beginn des Reifestadiums ist die Uroberfläche bereits überall verschwunden, große Dolinen, Uvalas und blinde Talungen herrschen vor, zwischen den Dolinen bleiben spitze kegelförmige Hügel stehen. Eine reife Karstlandschaft aus homogenem Gestein besteht also aus einem Gewirr von Hügeln und geschlossenen Mulden; eine solche schildert Danes aus Jamaika, wo sie als Cockpit-Landschaft bezeichnet wird, und Java[68]); sie kommt nach Grund u. a. auch in Süddalmatien vor, wo die Gebirgskämme nicht zusammenhängend, sondern wabenförmig angeordnet sind. Sie fehlt aber auf den Verebnungsflächen längs der Flüsse des Dinarischen Gebirges, das übrigens nicht überall einen idealen Karst darstellt; denn hier wurde der Karstprozeß durch die fluviatile Phase im Miozän unterbrochen und erst die neuerliche Hebung hat ihn wieder erneuert. Bei weiterer Entwicklung werden sich am Boden der großen Uvalas perennierende Flüsse bilden, die Cockpit-Hügel werden immer mehr abgetragen, die unterirdische Entwässerung verwandelt sich nach und nach in ein oberirdisches Flußnetz, bis schließlich der Karst zu einer ungefähr im Niveau des Grundwassers gelegenen Rumpffläche mit den letzten Resten der Cockpit-Hügel abgetragen ist. Der ganze Prozeß verläuft jedenfalls langsamer als der fluviatile; denn überall im Dinarischen Gebirge ist die reine Erosionslandschaft dort, wo allochthone Flüsse sich erhalten haben, weiter vorgeschritten als die Karstlandschaft. Tektonische Bewegungen verursachen auch hier Unterbrechungen der normalen Entwicklung. Eine Hebung verlängert den Entwicklungsgang; bei einer Senkung tritt das Endstadium verfrüht ein. Geht sie bis zum Grundwasserniveau, so werden die tiefsten Becken und Wannen inundiert und allmählich zugeschüttet.

68) 9. Congrès Internat. de Géogr. C. R. II. 1910 u. Tijdschr. Kon. Nederlands. Aardrijksks. Genodschap 27, 1910.

Digitized by Google

4. Die vulkanischen Formen.

Das Auftreten von vulkanischen Erscheinungen während der allmählichen Ausbildung der Landformen bedeutet eine Störung des normalen Ablaufes der Entwicklung. Da der Aufbau der vulkanischen Formen meist so rasch geschieht, daß während desselben ihre Zerstörung kaum sichtbar wird, verknüpfen sich zunächst alle die verschiedenen vulkanischen Formen mit normalen Erosionsformen; sobald aber die vulkanische Tätigkeit aufgehört hat, werden auch sie je nach ihren Gesteinsverhältnissen und der Lagerung in verschiedene ausgearbeitete Formen übergeführt.

Einzelstehende Lavaberge aus sauren Gesteinen erhalten sich lange als auffällige, steile Bergformen. Basische Lavaergüsse bieten infolge ihrer großen Klüftigkeit und Porosität ganz ähnliche Bilder wie Schichttafelländer, namentlich wenn Laven und Tuffe wechsellagern. Die Hauptflüsse fließen in cañonartigen Tälern und zerlegen das Ergußland in große Tafelstücke; allmählich werden die großen Täler durch Abbrüche breiter und zahlreicher, die Tafeln werden zu einzelnen Tafelbergen reduziert. Solche Landschaften finden sich in verschiedenen Stadien der Ausbildung im Nordwesten der Vereinigten Staaten, in kleinerem Maßstab in der Auvergne, wo öfters Seen durch Lavaströme abgedämmt werden. Durch allmähliche Abtragung der weicheren Gehänge eines von

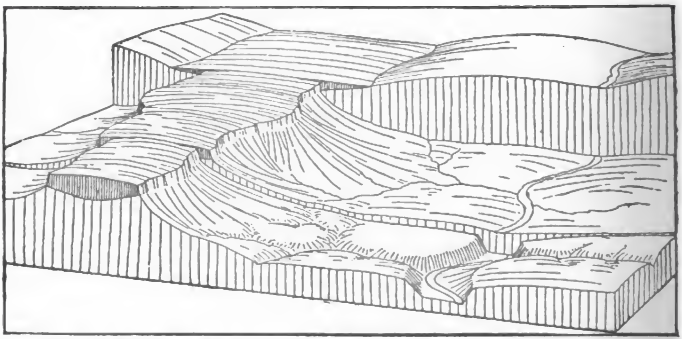

Abb. 26. Blockdiagramm der Entwicklung des Meißner. Ganz hinten: Landschaft zur Zeit des Basaltergusses. Mittelgrund: Fastebene mit dem Restberg des Meißner. Vordergrund: Zerschneidung der Fastebene durch die Werra und ihre Zuflüsse. — (Nach W. M. Davis.)

Digitized by Google

einem Lavastrom erfüllten Tales oder der ganzen Umgebung zu einer Rumpffläche bleibt dieser als isolierte Erhebung zurück; das ist der Fall bei der Mtge. de la Serre in der Limagne oder beim Meißner im Hessischen Bergland (Abb. 26).

Sehr rasch unterliegen Aschenkegel der Zerstörung. Sie werden von einem regelmäßig radial angeordneten System von Abflußrinnen zergliedert, die auf den Canaren als Barrancos bezeichnet werden. Durch ein solches Tal kann die Caldera des Vulkans aufgeschlossen werden und es erhält dann einen großartigen amphitheatralischen Abschluß (Caldera von Palma). Die Zerstörung des Kegels geht solange ununterbrochen weiter, bis der den Schlot erfüllende harte Lavagang erreicht ist, der nun als eine isolierte steile Kuppe, von Schutthalden umsäumt, aufragt. Derartige Hals- oder Gangkuppen sind in der Auvergne, im Böhmischen Mittelgebirge und im Siebengebirge in den verschiedensten Formen sehr häufig. Findet sich im Zentrum des gemeinen Vulkans keine erstarrte Lavasäule oder haben hier große Explosionen stattgefunden, so wird das mittlere Gebiet stärker abgetragen, so daß von einem niedrigeren Knoten aus die Flüsse die höheren, von Lavaresten gebildeten Erhebungen durchbrechen, wie das auf Mauritius der Fall ist.

In ganz ähnlicher Weise vollzieht sich die Zerstörung eines zusammengesetzten Schichtvulkans, auch wenn eine mehrfache Verlegung der Eruptionsstelle stattgefunden hat. Die Tuffe und Aschen werden rasch abgetragen, die Lavaströme erscheinen als unregelmäßig zerfranste und zerschnittene, geneigte Tafelberge; von den Eruptionszentren laufen an Stelle der von Laven erfüllten Gänge zackige Rücken mit steilen Wänden strahlenförmig aus. Die Täler erhalten nun immer sanftere Gehänge und breitere Böden, die Lavaströme werden immer mehr zerschnitten und schließlich bleiben nur mehr Gänge und Lavakerne zurück.

Beispiele für jugendliche, erst vor kurzem erloschene Vulkankegel bieten viele Vulkane Mexikos und der Philippinen und die schon vor der Eiszeit erloschenen Vulkane des Kaskadengebirges; weiter vorgeschritten ist die Zerstörung des Cantal, noch mehr die des M. Dore in der Auvergne. Eine Vulkanruine von sehr kompliziertem Aufbau stellen die Euganeen in der Po-Ebene dar; eine gleichfalls bis zur Reife zerschnittene und nachträglich noch von Hebungen betroffene vulkanische Landschaft mit zahllosen Eruptionsstellen ist das Böhmische Mittelgebirge.

Digitized by Google

Bei sehr weit vorgeschrittener Abtragung werden endlich auch die vulkanischen Herde und Lakkolithe bloßgelegt, die als kuchenförmige Massen in großer Tiefe erstarrten.[69]) Sie haben eine Aufwölbung der überlagernden Sedimente erzeugt, die sich nach der Entblößung des Kernes nur mehr im periklinalen Fallen der Mantelschichten äußert, während der kristallinische Kern eine Erhebung bildet. Doch können auch die Lakkolithe gänzlich eingeebnet werden und es bleiben nicht sie, sondern die noch härteren Kontakthöfe als Härtlinge auf der Rumpffläche zurück, wie das im sächsischen Erzgebirge erkannt wurde. Das beste Beispiel für ein lakkolithisch aufgewölbtes Kuppelgebirge sind die isoliert aus der Prärie aufragenden Black-Hills in Süd-Dakota. Im Innern ist der granitische Kern und seine Schieferhülle entblößt; aus dem sedimentären Mantel sind die härteren Glieder als ungefähr konzentrisch angeordnete Stufen zwischen subsequenten Tälern herausgearbeitet, die sich den radialen konsequenten Tälern unterordnen.

VII. Die glazialen Formen.

1. Die Arbeit des fließenden Eises.

Das strömende Eis erscheint auf der Landoberfläche entweder in einem deutlich umrahmten Bett als Gletscher oder als eine alle Formen der Unterlage verhüllende Eisüberflutung, als Inlandeis. Zeugen seiner Transportfähigkeit sind die auf der Oberfläche und im Innern des Eises auftretenden Moränen, die im Bereiche der ehemaligen Gletscherverbreitung zur Ablagerung kommen. Zugleich übt es auf seinen Boden eine erodierende Tätigkeit aus, über deren Größe und Bedeutung für die Herausbildung bestimmter Formen die Ansichten allerdings noch nicht vollkommen übereinstimmen. Unbestritten ist die Fähigkeit des strömenden Eises, rauhe Felsoberflächen zu glätten und zu schleifen und durch die im Eise eingebackenen Trümmer zu schrammen, wodurch die sog. Gletscherschliffe entstehen. Die universelle Verbreitung der Grundmoräne weist aber auch darauf hin, daß ihre Quelle der Gletscherboden selbst ist, wo vom Eise bei der Be-

69) Gilbert, Report on the Geology of the Henry Mts., Washington, 1877.

Digitized by Google

wegung durch die mitgeführten Gesteinsfragmente Stücke ausgebrochen und weiter transportiert werden. In hohem Maße wird dieser Vorgang unterstützt durch die am Gletscherboden bei den dort herrschenden Druck- und Temperaturschwankungen um den Gefrierpunkt sehr intensiv vor sich gehende Frostverwitterung, die eine Lockerung des Gesteinsgefüges erzeugt.[70]) Da die lebendige Kraft des Eises der Masse und dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional ist, wird ruhendes Eis nicht zu erodieren vermögen, sondern auf die präglaziale Oberfläche konservierend wirken, bewegtes Eis aber dort seine größte Wirkung entfalten, wo eine Vergrößerung des Querschnittes mit einer aus anderen Gründen eintretenden Beschleunigung der Geschwindigkeit zusammenfällt, also in Verengungen des Bettes, beim Übergang vom Firnfeld in die Zunge und an den Stellen der Konfluenz zweier Eisströme, während Diffluenz die Erosionsfähigkeit beeinträchtigt.

Verschiedenheiten der Gesteinsstruktur und -textur, der Klüftigkeit und Lagerung üben *selektive* Wirkungen auf die Größe dieser *splitternden* Erosion aus.[71]) Beobachtungen dieser Art an ausgebrochenen Gesteinsplatten, flachen Wannen und ausgepflügten Gesteinsgassen lassen sich in vielen, erst kürzlich vom Eise verlassenen Gletschergebieten anstellen. Zu diesen direkten Argumenten kommt das indirekte, daß überall dort, wo die einstige Anwesenheit von Gletschern durch ihre Ablagerungen zwingend erwiesen ist, eine Gruppe von Formen auftritt, die dem Bereich der Wirksamkeit fließenden Wassers fehlen und durch diese allein nicht erklärt werden können. Wir können daher den fluviatilen Formen die durch die Erosion des strömenden Eises geschaffenen *glazialen* gegenüberstellen und müssen dem Eise, vor allem den Gletschern und Inlandseismassen der Eiszeit, eine große Bedeutung für die Ausgestaltung der präglazialen Landoberfläche beimessen.

2. **Die glazialen Formen im Bereich von Inlandeismassen.**

Wo eine zusammenhängende Inlandeisdecke eine Landschaft bearbeitet hat, hat sie nicht nur allen präglazialen Schutt entfernt,

70) *Blümcke* und *Finsterwalder*, Zur Frage der Gletschererosion, Sitz.-Ber. bayr. Ak. d. Wiss. 1890.

71) *Baltzer*, Denkschr. schweiz. nat. Ges. 1898 u. *Salomon* Die Adamellogruppe, Abh. k. k. geol. Reichsanst. Wien, Bd. 31, H. 2 1910.

Digitized by Google

sondern auch die feste Gesteinsoberfläche in charakteristischer Weise und je nach den vorhandenen Gesteinsverschiedenheiten modelliert. Über die geschliffene und felsige Eisfohle erheben sich in der Richtung der Eisbewegung gestreckte Felshügel in geselliger Anordnung, stets auf der Stoßseite flach ansteigend und mit Schliffen und Schrammen bedeckt, auf der Leeseite mit rauhen Verwitterungs- und Abbruchsflächen steil abfallend. Diese Rundhöcker fehlen in verschiedenen Größen keinem vom Eise verlassenen Gebiet und beherrschen auf riesigen Flächen als Rundhöckerlandschaft die zentralen Gebiete der diluvialen Inlandeisbedeckung in Nordeuropa, namentlich in Schweden und Finnland[72]), und in den sog. Barren-Grounds der Hudsonsbai-Länder. Zwischen den Felsbuckeln liegen flache, vom Eise ausgeschliffene Wannen der verschiedensten Dimensionen, meist von Seen, oft auch nur mehr von Sümpfen oder Mooren erfüllt, verbunden durch Flüsse, die mit unfertigem Gefälle Stufen in Schnellen und Fällen überwinden. Die Wannen entstanden an Stellen lokal verstärkter, zumeist aber durch die Gesteinsbeschaffenheit vorgezeichneter, also selektiver Erosion, im Bereich weicherer Schichten oder dort, wo durch Brüche und die an ihnen eingetretene Gesteinszerrüttung der Erosion die Wege gewiesen wurden. Auch viele der großen Seen von Skandinavien und Kanada sind tektonisch bedingt, indem sie entweder an der Stelle von Brüchen und tektonischen Gräben (Wetter-, Siljan-See) oder an Gesteinsgrenzen (Ladoga-, Onega-See) liegen. Dazu kommt, daß unter dem Eise Krustenbewegungen sich ungestört entfalten konnten. Tatsächlich liegen auch die großen kanadischen Seen im Bereich junger epirogenetischer Bewegungen, so daß zu ihrer Entstehung Krustenbewegungen, Eiserosion und endlich auch Abdämmung durch glaziale Ablagerungen in sehr komplizierter Weise zusammenwirkten.

Diesen Gebieten vorherrschender glazialer Erosion steht in der Randzone des Inlandeises eine Zone glazialer Akkumulation gegenüber, wo die präglazialen Landformen unter Moränen und den aus ihnen hervorgegangenen fluvioglazialen Ablagerungen verhüllt wurden. Dabei ist die breite Zone der Grundmoränen-

72) Werth, Oberflächengestalt. der südschwed. Halbinsel, Ztschr. f. Gletscherk. VIII, 1914.

Digitized by Google

landschaft mit welliger, unruhiger oder auch vollkommen ebener Oberfläche und zahlreichen dazwischen ausgesparten, meist kleinen und seichten Wannen von dem Gürtel der Endmoränen zu trennen. Erstere herrscht u. a. im südlichen Schweden, auf den dänischen Inseln und auf großen Flächen in West- und Nordrußland sowie in den nördlichen Prärieſtaaten der Union, letztere in der baltischen Seenplatte südlich der Ostsee, in der Umgebung der großen kanadischen Seen, aber auch am Saum der alpinen Vorlandvergletscherung und in Oberitalien. Hinter jeder Endmoräne liegt das Zungenbecken, das hydrographische Zentrum, nach dem sich die Entwässerung richtet, so daß die Flüsse häufig zuerst peripherisch und parallel zur Endmoräne fließen und dann diese nach dem Innern hin durchbrechen. Die Oberfläche des Zungenbeckens ist oft von langgestreckten, linsenförmigen Hügeln aus Grundmoränenmaterial von etwa 15—100 m Höhe in fächerförmiger Anordnung durchzogen; das sind die sog. Drumlins, die wahrscheinlich durch einen neuerlichen Vorstoß des Eises aus einer Grundmoränendecke herausmodelliert wurden. Sowohl hinter der Endmoräne als auch oft noch in der Rundhöckerlandschaft trifft man die Åsar oder Oser, Kieswälle von geradlinigem oder gewundenem Verlauf, oft sich verzweigend, im Querprofil gesehen unregelmäßig parallel zur Oberfläche geschichtet; sie sind wahrscheinlich die Ablagerungen subglazialer Bäche nicht weit von dem sich zurückziehenden Eisrand. Die Endmoräne selbst besteht zumeist aus einem ganzen System einzelner Wälle, oft von einigen 100 m Höhe, zwischen denen kleine Seen oder Sümpfe auftreten. Durch große Zwischenräume getrennt sind die verschiedenen Eiszeiten angehörenden Endmoränen-Systeme. Aus ihnen gehen durch Umlagerung durch die Gletscherbäche Schotter-, Kies- und Sandmassen hervor, die sich im ebenen Land als weite, sehr flache und untereinander verschmelzende Schuttkegel ausbreiten. Das sind die in Island Sandr genannten Flächen; ihnen entsprechen im Bereich eines stärkeren Reliefs die Schottermassen, aus denen auch die Terrassen im Alpenvorland herausgeschnitten wurden.

Die Moränenlandschaft ist stets durch einen großen Reichtum an Wannen ausgezeichnet, die im impermeablen Moränenboden oder Geschiebelehm meist als Seen entgegentreten. Sie liegen entweder unregelmäßig gelappt, breit und flach innerhalb der

Digitized by Google

Grundmoränendecke, wie der Maurersee und der Spirdingsee in Ostpreußen und die Müritz in Mecklenburg, oder als lange Rinnenseen mit unregelmäßigen Tiefenverhältnissen in den Betten ehemaliger Schmelzwasser, oder als kleine, oft kreisrunde Löcher oder Sölle an den Stellen toter Eismassen, die innerhalb der Moränenaufschüttung zurückblieben und nach ihrer Abschmelzung Vertiefungen hinterließen; oder es dämmten Ufer- und Endmoränen oder auch das Eis selbst unvergletscherte oder früher eisfrei gewordene Seitentäler ab. Dahin gehören die Fingerseen nahe dem Ontariosee und zahlreiche große Seen in Schweden[73]) und Nordamerika. Der größte dieser glazialen Stauseen war hier der längst entleerte Lake Agassiz[74]), dessen alte Strandterrassen allmählich gegen N ansteigen.

Nach dem Schwinden des Inlandeises entwickelte sich auf der neuen Oberfläche ein von dem präglazialen oft gänzlich verschiedenes Flußsystem, das noch durchaus den Charakter der Jugend trägt. Oft kam es dabei zu epigenetischer Talbildung, indem ein Fluß sein altes Bett nicht mehr fand und durch die lockeren Aufschüttungen in hartes Gestein einschnitt und dabei Schnellen oder Fälle bildet. Solcher Entstehung ist u. a. der Rheinfall bei Schaffhausen.

3. Die glazialen Gebirgsformen.

Wo Landschaften mit stärkerem Relief von einer Vergletscherung betroffen wurden, hinterließ sie ihre Spuren in einer Reihe von Formen, die in unvergletscherten Gebirgen fehlen und daher heute ziemlich allgemein als die durch glaziale Wirkungen modifizierten präglazialen Formen anerkannt werden. Unter den Firsten der Hochgebirgskämme trifft man in die Gehänge eingelagert Nischen mit breitem Boden, von steilen Wänden überragt und zumeist hoch über der Sohle des benachbarten Tales gelegen. Den Boden erfüllt häufig eine in den festen Fels eingesenkte, wassererfüllte Wanne, die durch eine Felsschwelle oder einen Moränenwall abgeriegelt ist. Das sind die Kare der Alpen oder

73) G. Anderssson, Den centraljemtska issjö, Ymer 1897 u. Sjögren, Geograf. och glacialgeol. studier vid Torneträsk (Sver. Geol. Unders. 1909, XI. Geol. Kongr. 1910, Guide Nr. 7).

74) Warren Upham, The glacial L. Agassiz, U. S. Geol. Surv. Monographs XXV, 1895.

Digitized by Google

Botner Norwegens. Oft ist eine Berggestalt derart von allen Seiten durch Kare angefressen, daß die trennenden Kämme zu schmalen Graten reduziert sind und der Berg als eine scharfkantige Pyramide erscheint; wir bezeichnen solche Berge als Karlinge. Manchmal liegen an demselben Gehänge mehrere Kare übereinander und bilden eine Kartreppe. Je zahlreicher die Kare nebeneinander auftreten, desto mehr verleihen sie der Landschaft den Charakter eines alpinen Hochgebirges; in vielen deutschen Mittelgebirgen erscheinen sie in der Gipfelregion vereinzelt und zumeist mit Exposition gegen N, während auf den anderen Seiten noch die breite, flach gewölbte präglaziale Bergform erhalten ist; man kann dann von Halbkarlingen sprechen.

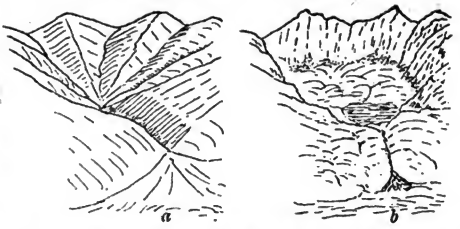

Abb. 27. Umwandlung eines normalen Erosionstrichters (*a*) in ein Kar (*b*). (Nach E. de Martonne.)

Die Kare sind zweifellos die Betten eiszeitlicher Gletscher und wohl zumeist aus Erosionstrichtern hervorgegangen, in denen sich Firn ansammelte und mit dem weiteren Sinken der Schneegrenze ein Gletscher sich entwickelte. Unter dem Firn wirkte die Frostverwitterung „subnival" zerstörend an der Felsumrahmung; das bewegte Eis an der Karsohle trug die scharfen Sporne des Trichters ab und schliff an der Stelle seiner größten Mächtigkeit eine Wanne aus, während gleichzeitig die Karwand durch Verwitterung immermehr zurückwich und der herabfallende Schutt vom Gletscher fortgeführt wurde (Abb. 27). Berge und Gebirge, die nachweislich nur kurze Zeit in die Schneeregion aufragten, haben daher nur kleine, gleichsam unentwickelte, jugendliche Kare. Es fehlen aber die Kare in jenen Teilen der Alpen, die in der Eiszeit vom Eise gänzlich überflossen wurden; die hier herrschende Bergform ist der vom Eise abgerundete Rundling. Andererseits hatten manche Gebirge schon vor der Vergletscherung so schroffe Abfälle und so schmale Firste, daß sie kein Kar aufnehmen konnten. Daher sind gerade die höchsten Gruppen der

Digitized by Google

Westalpen und auch der zentrale Kaukasus arm an Karen. Allgemein aber sind die Kare ein so bezeichnender Zug für ehemals vergletscherte Gebirge, daß aus ihrem Auftreten bereits auf eine alte Vergletscherung und, sobald diese auf die Bildung von Kargletschern beschränkt blieb, auf die Höhe der damaligen Schneegrenze geschlossen werden darf.

Vereinigen sich durch allmähliche Unterschneidung und Abtragung der zwei benachbarte Kare trennenden Felsäste ihre Böden, so entsteht eine Karterrasse. Auch der Fall ist denkbar, daß durch das Rückwärtswandern der Karwände von allen Seiten her der Karling gänzlich abgetragen und zu einer welligen Plateaufläche abgeschnitten wird. Doch ist aus der Natur kein Fall bekannt, in dem dieses Endstadium bereits erreicht wäre. Die Kartreppen erklären sich wahrscheinlich aus der nacheinander erfolgten Ansiedlung kleiner Gletscher auf einem Gehänge beim allmählichen ruckweisen Wachstum und Rückzug der Vergletscherung.

Die Karseen bilden zusammen mit den auf der Höhe eisüberflossener Pässe gelegenen Paßseen die Gruppe der Hochseen, die in einem mehrere 100 m breiten Gürtel in einem bestimmten Abstand unter der Schneegrenze liegt, in den deutschen Mittelgebirgen in 950—1200 m, in der nördlichen Zone der Ostalpen in 13—1900 m, in den Pyrenäen in 18—2400 m, in der Tatra in 15—2100 m.[75])

Wo die Vergletscherung nicht auf die Gipfelregion beschränkt blieb, sondern als Eisstromnetz die Täler erfüllte, haben diese im Längs- und Querprofil eine Reihe von Eigentümlichkeiten.[76]) Zunächst erkennt man am Gehänge der einst vergletscherten Alpentäler (Abb. 28) die Schliffgrenze als Grenze zwischen den rundgebuckelten, abgeschliffenen und den von rauhen Verwitterungsflächen bedeckten Partien, oft als Schliffkehle, als ein

75) Über Kare vgl. Richter, Geomorphol. Untersuch. in d. Hochalpen, Pet. Mitt. Ergänz. H. 132, 1900; E. de Martonne, Sur la formation des cirques, Ann. de Géogr. X 1901; Penck, Die Alpen im Eiszeitalter S. 265 ff.; 284 ff; Distel, Ergebnisse einer Studienreise in den zentralen Kaukasus, Abh. Hamburger Kolon. Inst. XXII, 1914.

76) Richter a. a. O., Penck und Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter, 1909; Penck, Verh. VIII. Intern. Geogr. Kongr. Berlin 1899, II. Davis, Glacial erosion in France, Switzerland and Norway, Proc. Boston soc. nat. hist. 1900.

Digitized by Google

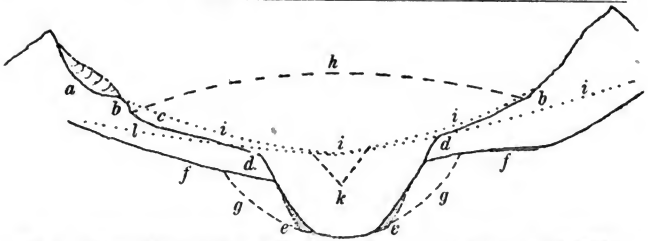

Abb. 28. Schematisches Profil durch ein alpines Trogtal. (*a* = Kar. *b* = Schliffkehle, *c* = Schliffbord, *d* = Trogschulter, *e* = Schutthalden, *f* = Hängetäler, *g* = rückschreitende Stufenmündung, *h* = Gletscheroberfläche, *i* = präglazialer Talboden, *k* = mutmaßliche inter- oder präglaziale Kerbe.)

deutlicher Knick entwickelt. Unter ihr folgt eine mit Schliffen bedeckte, schwächer geneigte Fläche, der Schliffbord, der nach unten in die breite Schulterfläche übergeht, die um das Tal und den Talschluß sich als ein hufeisenförmiges Band herumschlingt. Unter sie ist der eigentliche Taltrog mit scharfem Rand, steilen Wänden und breiter, flacher, oft von Verwitterungsschutt verkleideter oder von Flußablagerungen verschütteter Sohle eingesenkt, der an der Talwurzel mit einem steilwandigen Trogschluß endet. Im Längsprofil ist das Trogtal stufenförmig gebaut, indem flache Böden oder breite Becken mit steilen Stufen und Engen wechseln, die der heutige Bach in Fällen oder Schnellen überwindet. Die Seitentäler zeigen denselben Stufenbau und enden als Hängetäler hoch über dem Haupttal mit einer Mündungsstufe; dieses ist also ihnen gegenüber übertieft. An der Stelle der Stufe stellen sich bisweilen völlige Riegel oder einzelstehende Riegelberge ein; öfters treten aus dem Talboden Inselberge hervor. Talsporne sind selten, meist verläuft das Gehänge des Troges glatt und einfach. Alle diese Erscheinungen sind von der Talwurzel bis ins Zungenbecken zu verfolgen und wurden von Penck und Davis gleichzeitig als das Ergebnis verschieden stark wirkender Glazialerosion beschrieben und erklärt.

Die Schwierigkeit der Erklärung des alpinen Trogtales aber liegt darin, daß die Übertiefung nicht bereits an der Schliffgrenze, sondern erst ziemlich unvermittelt an den Trogrändern einsetzt, während bei den heutigen und wohl auch den eiszeitlichen Glet-

Digitized by Google

schern die Mächtigkeit und die Geschwindigkeit der Bewegung von den Rändern gegen die Mitte allmählich und nicht sprungweise sich ändert. Unter den vielen Erklärungsversuchen dieser Erscheinung[77]) verdient besondere Beachtung die von Lautensach und in ähnlicher Form von Distel vertretene Ansicht, daß in dem breiten Tal, dessen ehemalige Form durch Verbindung der Trogschultern ungefähr zu rekonstruieren ist, durch präglaziale oder interglaziale Wassererosion eine schmale Kerbe eingeschnitten war, die dann vom Eise ausgestaltet wurde. Damit war von vornherein eine sprunghafte Zunahme der Mächtigkeit und Erosionsfähigkeit des Eises gegen die Talmitte gegeben und dieser Unterschied zwischen dem Effekt über der Trogschulter und der Kerbe verschärfte sich mit der Zeit. In ähnlicher Weise bedeutet dann auch der Trogschluß jene Stelle, bis zu welcher die Zerschneidung des präglazialen Talbodens nach aufwärts vorgeschritten war. Die Trogschlüsse sind also nur die glazial bearbeiteten Endpunkte rückwärts schreitender Wassererosion, wobei durch Untergrabung am Boden und Abschleifung in der Höhe der Gegensatz zwischen Trogwand und Trogschulter noch verstärkt wurde.

Ohne Zuhilfenahme fluviatiler Mitwirkung führte Heß die Formen der Übertiefung auf die Wirkungen der viermal wiederholten Vergletscherung der Alpen und die Ineinanderschachtelung von vier Trögen zurück.[78]) Danach müßten die Alpen vor der Eiszeit bereits nahezu den Charakter einer Rumpffläche mit außerordentlich breiten und seichten Tälern gehabt haben; auch ist die von Heß aus Gehängeknicken versuchte Rekonstruktion der einzelnen Tröge nicht frei von Willkürlichkeiten. In veränderter Form übernahm die Ansicht von vier ineinandergeschachtelten Trögen Lucerna, die er aber nicht den vier Eiszeiten, sondern der letzten Eiszeit und ihren drei postglazialen Rückzugsstadien zuschreibt, so daß das ganze Relief der Alpen unterhalb der Schliffgrenze erst nach der letzten Eiszeit entstanden wäre.[79]) Dagegen

77) Lautensach, Die Übertiefung des Tessingebietes, Geogr. Abh. N. F. 1912, H. 1.

78) Der Taltrog, Pet. Mitt. 1903.

79) Glazialgeolog. Untersuch. in d. Liptauer Alpen, Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien 1908. Die Eiszeit auf Korsika, Abh. k. k. geogr. Ges. Wien IX., 1910. Die Trogfrage, Z. f. Gletscherk. V. 1911.

Digitized by Google

spricht namentlich die Tatsache, daß sich Ufermoränen der letzten Eiszeit vom Alpenvorland bis zur Schliffgrenze verfolgen lassen und daß interglaziale Ablagerungen nur wenig über der heutigen Talsohle und tief unter dem Trogrand vorkommen. Endlich zieht Philippson[80]) die langen Zeiten des Wachsens einer Vergletscherung in Betracht, wodurch ein flacher Trog geschaffen und damit für den wachsenden Gletscher bereits ein Bett von verschiedener Tiefe vorbereitet wurde. Ebenso wird beim Schwinden der Vergletscherung der Gletscher sich wieder auf den eigentlichen Trog zurückziehen und diesen noch weiter vertiefen. Man sieht also, daß die Erscheinung des scharfen Trograndes eine verschiedene Erklärung gefunden hat; jede Darstellung der Übertiefungserscheinungen aber, die dieser Tatsache nicht Rechnung trägt, wie die deduktive von Davis, steht mit den Beobachtungen in Widerspruch.

Übrigens besitzen nicht alle ehemals vergletscherten Täler das oben beschriebene Trogprofil; es tritt verkümmert namentlich dort auf, wo die Bewegung des Eises aus irgendeinem Grunde sehr gering war. Auch die Gesteinsbeschaffenheit war von Bedeutung für die Ausbildung der Trogform. Besonders maßgebend aber mußte der präglaziale Talcharakter sein. Breite, offene Täler erhielten in homogenem Gestein die für die meisten Alpentäler charakteristische typische Trogform; tiefe, steilwandige Täler scheinen nur die Umformung zu einem kasten- oder trapezförmigen Profil ohne scharfen Knick zwischen Trogschulter und Trogwand erfahren zu haben, wie es Distel für den zentralen Kaukasus als typisch beschreibt.

Für die Beurteilung des glazialen Formenschatzes sind aber außer dem Trogtal noch die anderen genannten Erscheinungen maßgebend. Der Stufenbau der Täler im Längsprofil kommt in einigen Fällen durch selektive Erosion zustande, indem die Becken im Bereich weicherer Gesteine ausgeräumt wurden, während harte Gesteine Riegel, aber auch noch tief unter der präglazialen Talsohle bilden. Die große Mehrzahl der Stufen und Riegel aber liegt dort, wo eine unvermittelte Veränderung der

80) Vet. Mitt. 1912. II. Eine ähnliche Ansicht vertritt Lehmann. Die Bodenformen der Adamellogruppe, Abh. k. k. geogr. Ges. Wien XI., 1918.

Digitized by Google

Eismächtigkeit eintrat, nämlich eine Vermehrung durch Vereinigung zweier Eisströme bei den sog. Konfluenzstufen oder eine Verringerung durch Teilung in Arme bei den Diffluenzstufen. Das von einem schwächeren Gletscher durchströmte Seitental wurde weniger erodiert als das Haupttal; daher mündet es nach dem Schwinden der Vergletscherung als Hängetal stufenförmig in das Haupttal. Nur gleichgroße Seitentäler münden gleichsohlig. Durch zunehmende Abzweigungen von Seitenarmen vom Hauptgletscher wird dieser immer schwächer und daher sein Tal immer weniger übertieft. Für alle diese Erscheinungen lassen sich aus den Alpen zahlreiche Beispiele erbringen.

Mit Diffluenzstellen hängen häufig Transfluenzen über Pässe zusammen, die dadurch erniedrigt und umgestaltet werden. Auf der Nordseite der Zentralalpen floß das höher gestaute Eis über Lücken und Pässe der nördlichen Kalkalpen direkt nach N, wie die Verbreitung zentralalpiner Geschiebe und die Richtung der Schrammen beweist.[81]) Zu zahlreichen Transfluenzen kam es in der Paßregion der Gotthardtgruppe. Manchmal flossen nur die oberen Eisschichten über, während die unteren die Hauptrichtung beibehielten.

Mit den Erscheinungen der Übertiefung hängt endlich auch das Auftreten der zahlreichen Seen im Innern und am Rande ehemals vergletscherter Gebirge zusammen, soweit sie nicht durch Bergstürze, Moränen oder die Schuttkegel von Nebenflüssen abgedämmt sind. Die glazialen Talwannen liegen in übertieften Talstrecken und zwar, wie in jedem Fall gezeigt werden kann, an Stellen gesteigerter Erosionsfähigkeit, ebenso wie die vielen breiten Talbecken, die zumeist aus der Zuschüttung von Seen hervorgegangen sind. Die alpinen Rand- und Vorlandseen sind zwar zum Teil durch Endmoränen abgedämmt, zum andern und meist viel größeren Teil aber gleichfalls als Felsbecken eingesenkt. Gegenüber der schon 1862 von Ramsay gegebenen Erklärung durch glaziale Erosion erhielt sich lange, namentlich in der Schweiz, die Anschauung von Heim, daß die Alpentäler an ihrem Austritt ins Vorland durch ein Rücksinken des ganzen Alpenkörpers während der Eiszeit ein widersinniges Gefälle er-

81) Söll, Studien über Gebirgspässe, Forsch. z. D. Landesk. XVII., 2, 1908.

Digitized by Google

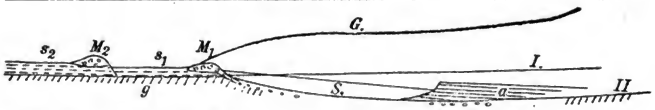

Abb. 29. Zungenbecken des Tegernsees. (G = Gletscheroberfläche, $I.$ = präglazialer Talboden, $II.$ = übertiefter Talboden, S = See, g = Grundgestein, M_1 = Jungmoräne, M_2 = Altmoräne, $s_1\, s_2$ = zugehörige Schotter, a = postglaziale Alluvionen.) (Nach A. Penck.)

hielten und dadurch zu Seen ertranken.[82]) Doch konnte in vielen Fällen gezeigt werden, daß die Lage der Seen und namentlich die Verteilung ihrer Tiefen von derartigen jungen Krustenbewegungen unabhängig ist. Die Übertiefungstheorie beseitigt übrigens die Schwächen und Schwierigkeiten der Ramsayschen Erklärung.[83]) Die Randseen liegen nicht an den Stellen besonders gesteigerter glazialer Erosion, sondern dort, wo sich die Übertiefung der Täler mit der abnehmenden Mächtigkeit des Gletschers allmählich austönt, so daß die Gletschersohle ein widersinniges Gefälle erhielt (Abb. 29). Wo die ganze Gletschermasse noch beisammen war, entstand das breite und tiefe Stammbecken; wo das Eis nahe dem Ende sich in Lappen und Äste zerlegte, entstanden Zweigbecken, die das Stammbecken im Halbkreis umgeben. Wo der Gletscher noch im Gebirge endete, war die Verzweigung durch die Täler vorgezeichnet; so liegen in den Zweigbecken des alten Traungletschers der Wolfgang-, Atter- und Traunsee. Von den Zweigbecken des Rheingletschers, dessen Stammbecken der obere Bodensee erfüllt, sind die des Überlinger- und des Untersees noch von Wasser eingenommen. Diese Erklärung gilt natürlich auch für die Seen Schottlands, Skandinaviens und aller anderer ehemals vergletscherter Hochgebirge. Sie alle unterscheiden sich durch ihre einfachen Uferlinien und die plötzliche Zunahme der Tiefe an der Mündung eines ertrunkenen seitlichen Hängetales von den Seen, die aus verbogenen, nur durch Wassererosion gebildeten Tälern hervorgegangen sind.

Die Ausbildung aller Formen der Übertiefung ist aber auch in hohem Maße vom präglazialen Relief abhängig. Während in

82) Heim, Entstehung der alpinen Randseen, Vierteljahrschr. d. nat. Ges. Zürich, 1894.

83) Penck, Die großen Alpenseen, Geogr. Ztschr. 1905.

Digitized by Google

den Alpen ein bis zur Reife vorgeschrittenes Relief, das neuerlich eine Verjüngung erfahren hatte[84]), von einer Tal- und Vorlandvergletscherung betroffen wurde, bedeckte in Norwegen das Inlandeis eine noch wenig zerschnittene Rumpffläche. Die Ausbildung der glazialen Formen schuf hier den großen Gegensatz zwischen den nur vom Firn überdeckten und von seichten Tälern durchzogenen Fjeldflächen und den tiefen Trogtälern, die an der Küste durch eine junge Transgression des Meeres in Fjorde verwandelt wurden.[85]) Stets aber bedeutet eine Vergletscherung eine Verjüngung der Formen, indem sie Gefällsstörungen durch Riegel- und Wannenbildung schafft, die Verwitterungsmassen entfernt und zugerundete Formen wieder verschärft.

Auch die glazialen Formen wurden in Form eines Zyklus vom Jugendstadium bis zum Alter dargestellt[86]); aber solche Ableitungen haben wenig Wert, da abgesehen von der noch geringen Kenntnis der glazialen Vorgänge die Dauer einer Vergletscherung viel zu gering war, um eine Landschaft bis zum Ende eines Zyklus zu führen, überdies die einzelnen Vergletscherungen durch eisfreie Perioden der Wassererosion getrennt waren und die Rekonstruktion des präglazialen Reliefs, mit dem der glaziale Zyklus beginnt, eben die genaue Kenntnis der glazialen Wirkungen voraussetzt. Daher sind auch Bezeichnungen wie: reife Kare oder Tröge durchaus willkürlich und für greifenhafte glaziale Formen haben wir in der Natur keine Beispiele.

VIII. Die Landformen im ariden Klima.

1. Die im ariden Klima wirkenden Agentien.

Die unter der Herrschaft eines Trockenklimas stehenden Gebiete besitzen einen Formenschatz, der sich zwar von dem der reich benetzten wesentlich unterscheidet, aber je nach den Boden-, Höhen- und Reliefverhältnissen sehr verschieden ist. Jedenfalls können

84) Lautensach, Das präglaziale Aussehen der Alpen, Zschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1913.

85) Richter, Geomorphol. Beobachtungen aus Norwegen. Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Wien 1896. Machatschek, Geomorphol. Studien aus d. norweg. Hochgebirge. Abh. k. k. Geogr. Ges. VII. 2, 1908.

86) Hobbs, The Cycle of Mountain glaciation, G. Journ. 1910; Davis, Erklärende Beschreibung d. Landformen S. 401 ff.

Digitized by Google

wir als für das aride Klima maßgebende Faktoren bezeichnen: Überschuß der Verdunstung über den Niederschlag, daher Abflußlosigkeit und Anhäufung alles Verwitterungsschuttes im Lande, geringere Bedeutung des fließenden Wassers, bedeutende Wirksamkeit des Windes, namentlich wegen der mangelhaften Vegetationsdecke, daher auch starke Wirkung der Abspülung und Zurücktreten der chemischen Verwitterung gegenüber der mechanischen.

Die mechanische Verwitterung, begünstigt durch die enormen Temperaturunterschiede bei Tag und Nacht, auch durch die plötzliche Abkühlung des erhitzten Gesteines durch kalte Gewitterregen, bewirkt den Zerfall anstehenden Gesteins und einzelner Blöcke durch mächtige Sprünge und die Zerbröckelung von Massen- und klastischen Gesteinen zu Sand. Eine besondere Form der Wüstenverwitterung ist die schalenförmige Absonderung oder Desquamation, eine Folge der nächtlichen Abkühlung, wobei sich Schuppen oder Schalen von einigen mm bis zu 10 cm Dicke absondern. Zu den chemischen Prozessen gehört vor allem die Ausscheidung der in der kapillar aufsteigenden Bodenfeuchtigkeit gelösten verschiedenen Salze infolge der starken Verdunstung als Salzausblühungen oder Efflorescenzen[87]) und die damit zusammenhängende Bildung von etwa $^1/_2$—2 m mächtigen Kalkkrusten über lockeren Bodenarten oder Verwitterungsschutt durch Ausscheidung des gelösten Kalkkarbonates aus dem aufsteigenden Grundwasser kalkhaltiger Gesteine. Solche Krusten sind besonders für die etwas feuchteren Randgebiete der echten Wüste, die Salzsteppen, charakteristisch und schützen den Boden vor der Abspülung und den Angriffen des Windes.[88]) Feste Gesteine überziehen sich mit einer glänzenden, dunklen Schutzrinde aus Eisen- und Manganoxyden von einigen Millimeter Dicke, die gleichfalls aus der Ausfällung von derartigen Verbindungen aus Lösungen bei der Verdunstung ohne Mitwirkung von Tau oder Regen entsteht. Von Löchern in der Rinde schreitet die Verwitterung und Zersetzung des Gesteins in dessen Inneres fort und bildet aben-

87) Futterer, Der Peschan als Typus einer Felswüste. Geogr. Ztschr. 1902.

88) Passarge, Verwitterung und Abtragung in den Steppen und Wüsten Algeriens, Geogr. Ztschr. 1909.

Digitized by Google

teuerlich zernagte und zerfressene Blöcke oder Felsformen. Durch Verwitterung in Trümmer und Scherben aufgelöste Gesteinsschichten bilden oft eine Art natürlicher Panzerung für die darunter liegenden weicheren Schichten.

Das fließende Wasser fehlt der Wüste keineswegs vollständig. Selten freilich sind große perennierende Ströme, die aus regenreicheren oder schneetragenden Gebieten kommend die Wüste durchqueren und entweder das Meer erreichen, wie der Nil und der Colorado, oder in Endseen, Sümpfen oder im Sande zu Ende gehen, wie Amu- und Syr-Darja, Tarim und Sarafschan oder viele Flüsse Südafrikas und Südaustraliens. Derartige allochthone Flüsse durchströmen die Wüste ohne Nebenflüsse mit abnehmender Wasserfülle. Alle der Wüste endemisch angehörenden Flüsse sind höchst veränderlich und selten von Quellen, sondern meist nur durch die zwar seltenen, aber dann mit enormer Gewalt niederstürzenden Wolkenbrüche gespeist. Ihre Betten sind die Trockentäler oder Wadis, die durch widersinnige Talstrecken infolge von tiefen Kolken oder Verbauung durch Bergstürze oder Schuttmassen sich von den normalen Erosionrinnen unterscheiden. Oft sind es nur schmale Klüfte mit senkrechten Wänden, ihr Boden ist von unsortiertem Schutt bedeckt, sie verzweigen sich labyrinthisch und sind nach oben häufig durch amphitheatralische Talschlüsse abgesperrt, wie namentlich die Wadis der Libyschen Wüste. Hier ist der Abfall des Tafellandes von einem Netz derartiger Schluchten zerfranst, vor dem sich ebenso wie vor den Schichttafelländern des humiden Klimas Zeugenberge mit bizarren Verwitterungsformen erheben. So entfaltet das rinnende Wasser auch in der Wüste eine gewaltige mechanische Arbeit, aber ohne die Regelmäßigkeit wie in den humiden Landschaften. Dazu kommt die Wirkung der flächenhaft abspülenden Schichtfluten. Namentlich wo Kalkkrusten fehlen, vermag die Flächenspülung ausgedehnte sehr flache Böschungen zu schaffen, am Rande von Gebirgen die Schuttkegel zu überwaschen und allmählich ihre oberen Teile ganz abzutragen, so daß sehr schwach geneigte Gesteinsoberflächen von ziemlicher Breite und Ausdehnung entstehen können.[89])

Der enormen Kraft der Wildbäche und Wolkenbrüche entspre-

89) Penck, Morphologie der Wüsten, Geogr. Ztschr. 1909, XV.

Digitized by Google

chen sehr bedeutende fluviatile Ablagerungen, die sich durch die mangelhafte Sortierung des Materials, unregelmäßige Schichtung und mannigfache Wechsellagerung von Geröllen, Sanden und auch Tonen von den Ablagerungen der normalen Flüsse unterscheiden. An den Rändern der Wüstengebirge bilden die aus den zahlreichen Trockentalungen herausquellenden Schuttmassen eine breite Zone; wo geschlossene Becken vorliegen, werden sie allseits von derartigen unzerschnittenen und oft überkrusteten Schuttkegeln umgürtet, deren Material gegen das Innere immer feiner wird, bis endlich feiner Ton und die gelösten Salze im innersten Teil zur Ablagerung kommen. Derartige schuttumwallte Hohlformen werden in Mexiko als Bolsone bezeichnet; die inneren Teile sind in trockenen Zeiten vollkommen glatte und ebene Lehmflächen, oft von Salzausblühungen oder Kalk- oder Gipskrusten überzogen, zur Zeit des Regen oder Hochwassers ein See oder Sumpf. Das sind die Playas der südwestlichen Union und Mexikos, die Takyre Transkaspiens oder die Sebchas der Sahara, allgemein können sie als Salztonebenen bezeichnet werden. Durch Austrocknung zerfällt der Lehmboden in oft sehr regelmäßige Polygone, die sich aufblättern und dann eine regelmäßige, sehr feine Schichtung erkennen lassen, die den einzelnen Überschwemmungsperioden entspricht. Ganz ähnliche Tonflächen, oft von riesiger Ausdehnung bilden sich auch innerhalb aller Sandwüsten zwischen den Dünen, wo sich das Regenwasser sammelt und verdunstet. Bei salzreichem Boden werden sie in der Turkmenen-Wüste als Schore bezeichnet. In anderen Gebieten haben sich in derartigen flachen Wannen aus kalkreichem Wasser sehr mächtige Kalkniederschläge gebildet, wie in den Kalkpfannen der Kalahari, die aber bereits einer etwas feuchteren Periode angehören.

Zu besonderer Bedeutung gelangt im ariden Klima wie in allen vegetationslosen Gebieten die Arbeit des Windes, da hier die Verwitterungsprodukte unmittelbar von der bewegten Luft erfaßt und weitergetragen werden können. Der Wind wirkt im Gegensatz zum fließenden Wasser flächenhaft, vorwiegend stoßweise und durch die Unebenheiten des Reliefs gehemmt, aber auch nach aufwärts und bis unter das Meeresniveau in den Depressionen; seine größte Arbeit muß er daher auf weiten, vorwiegend ebenen

Digitized by Google

und kahlen Flächen entfalten, wo er überdies feines und zugleich hartes Material vorfindet, mit dem er Gesteinsflächen bearbeiten kann. Seine Tätigkeit ist also weniger eine unmittelbar abhebende im Sinne von J. Walther, der sie als Deflation bezeichnet, als eine durch das mitgeführte Material korrodierende und flächenhaft erodierende. Ihr steht an anderen Stellen die äolische Akkumulation gegenüber.

Durch äolische Korrosion entstehen einmal eine ganze Reihe von Kleinformen, wie wabenartige Löcher, blatternarbige Vertiefungen und sog. Steingitter; einzelstehende Felsen, die aus der weicheren Umgebung herauspräpariert wurden, werden an ihrem Fuß angeschliffen und erhalten die charakteristische Form von Pilz- oder Tischfelsen oder von Säulen mit dünnem Schaft; Gesteinsflächen erhalten durch den Sandschliff eine matte Politur und Zurundung; an lose umherliegenden Geröllen werden neue Flächen angeschliffen, wodurch die sog. Windkanter entstehen, die sich aber auch außerhalb der ariden Regionen finden. Wichtiger wird die korrodierende Wirkung des Windes durch die Abschleifung von Unebenheiten des Reliefs, so daß unter einer dünnen Sanddecke einförmige kahle Gesteinsoberflächen mit flachen Wannen und breiten flachen Rücken — je nach der Widerstandsfähigkeit des Gesteins — entstehen, wobei auch wieder alte Kalkkrusten einen relativen Schutz gegen die Angriffe des Windes bilden. Doch werden derartig gebildete Wannen durch Zuschüttung mit Sand vor weiterer Vertiefung geschützt, ebenso auch dann, wenn die Winderosion das Grundwasser erreicht, so daß Salzpfannen entstehen, die dann auch wieder durch Sand ausgefüllt werden. Wo aber ein durch Wasserwirkung entstandenes Relief mit schuttumhüllten Bergen der Windwirkung preisgegeben ist, wird durch den Sandschliff zuerst der Gebirgsschutt entfernt und die Umgebung erniedrigt, so daß sich die Gegensätze zwischen den ebenen Flächen und den unmittelbar mit steilen Böschungen schuttfrei sich erhebenden Inselbergen verschärfen. In größerer Zahl charakterisieren sie die sog. Inselberglandschaften, Gebiete, in denen aus weiten ebenen Flächen isolierte Berge und Berggruppen mehrere 100 m hoch unvermittelt mit scharfem Fuß aufragen. Sie sind bisher aus Ost- und Südwestafrika, Togo und Kamerun, aus der äthiopischen Wüste, Westaustralien und Brasi-

Digitized by Google

lien beschrieben worden. Wo das heutige Klima Wüstenwirkungen ausschließt wie in Ostafrika, glaubt Passarge ein altes Salzsteppenklima annehmen zu müssen, wo durch das Zusammenwirken von Wind, Flächenspülung und der Tätigkeit der den Boden zerstampfenden und dadurch dem Winde vorarbeitenden Herdentiere die Rumpfflächen entstanden und die Inselgebirge isoliert wurden. Jedenfalls ist die Bildung dieser Formengruppen und auch der Zeitpunkt ihrer Entstehung noch keineswegs aufgeklärt.[90])

Der äolische Transport besteht darin, daß der feinere, durch Verwitterung und Korrosion gebildete Staub in große Höhen getragen, Sand in den unteren Luftschichten verweht und bald wieder abgelagert wird. Die Staubstürme verursachen daher oft weit vom Ursprungsgebiet bedeutende Ablagerungen, wie dies mehrfach auf den Canaren und bei dem großen Staubfall vom März 1901 in Süd- und Mitteleuropa beobachtet wurde. Seit von Richthofen gelten die Randzonen der Wüste als Gebiete äolischer Akkumulation, wo der Staub namentlich auf schwach geneigten Flächen durch die Steppenvegetation festgehalten wird und allmählich ohne deutliche Schichtung emporwächst. Doch sind keineswegs alle Wüsten von solchen Grassteppen umgeben, z. B. nicht die nördliche Sahara, wo der steinige Boden oder Kalkkrusten, ein starkes Relief und vorwiegend nördliche Winde die Ausbildung einer Staubablagerungszone verhindern. Hingegen bietet der Löß von Ostasien und überhaupt fast an der ganzen Peripherie von Zentralasien ein großartiges Beispiel von einigen 100 m mächtigen Staubablagerungen, die ein von Becken und Tälern gegliedertes Relief verhüllen, aber heute selbst wieder von der Wassererosion in ein Gewirr von Schluchten zerschnitten sind.[91]) In einigen Teilen von Zentralasien dauert die Lößablagerung noch an, doch scheint der Höhepunkt seiner Bildung bereits überschritten zu sein. Der Löß von Mitteleuropa ist wahr-

90) Passarge, Rumpfflächen und Inselberge, Z. d. D. geol. Ges. 1904; Die Kalahari, Berlin 1904; Obst, Ostafrikan. Störungszone, Mitt. geogr. Ges. Hamburg, 1913. — Diskussion über Inselberge: Staff, Passarge, Jäger am D. Geographentag, Innsbruck 1912.

91) Obrutschew, Zur Frage der Entstehung des Löß, Tomsk 1911 (russ.); Ref. Merzbacher, Pet. Mitt. 1913, I.; Futterer „Durch Asien", Berlin 1901, I, 430; Russel, Subaërial Deposits etc. in North America, Geol. Magaz. 1889.

Digitized by Google

scheinlich aus der ausgetrockneten Grundmoräne des Inlandeises in mehreren Perioden unter der Herrschaft eines Steppenklimas entstanden; der des Mississippi-Beckens und der Pampas hat seinen Ursprung in mächtigen Schlammablagerungen der Flüsse. Durch Regen abgeschwemmter und durch Flüsse abgelagerter Löß erscheint geschichtet, kann aber auch wieder vom Winde aufgenommen und neuerdings abgelagert werden.

Die vorherrschende Ablagerungsform des vom Winde mitgeführten Flugsandes ist die Düne.[92]) Der Dünensand geht entweder aus der Verwitterung harter Quarzsandsteine oder aus kristallinischen Massengesteinen, deren weichere Bestandteile zu Staub zerrieben sind, sehr oft aber aus Fluß- und Seeablagerungen hervor und ist fast immer reiner, meist heller Quarzsand. In der Wüste ist nach Walther die Ausgangsform der Düne ein flacher, schildförmiger Sandhaufen, der durch ein unbedeutendes Hindernis am Boden verursacht wird; das am Boden kriechende Sandgetriebe trägt einen Teil der Körner auf den Haufen hinauf, erhöht ihn und verschiebt seinen Gipfel nach vorn, die größere Menge des Sandes aber gabelt sich vor dem ablenkend wirkenden Hindernis und setzt sich an den Leeseiten ab, so daß der Haufen allmählich hufeisen- oder sichelförmige Gestalt und zugleich in der Längsachse ein asymmetrisches Profil erhält, indem eine scharfe halbmondförmig gekrümmte Kante die lange, sehr sanft ansteigende Luv- und die unter dem natürlichen Böschungswinkel (30—32°) abfallende Leeseite trennt. Diese Sicheldüne (Barchan in Turkestan, Médanos in Peru, Fuldsches in Arabien) ist die Urform der Kontinentaldüne; durch Berührung und Verschmelzung benachbarter Barchane bilden sich Zwillingsdünen, die allmählich eine lange Kette senkrecht zur herrschenden Windrichtung bilden können.

In der Wüste trifft man aber den Sand vielfach in langen, breiten, in der Windrichtung verlaufenden Wällen angeordnet, auf denen zahlreiche kleine Kuppen mit barchanartiger Form aufsitzen. Diese Reihendünen können nur durch die Vereinigung von Einzeldünen bei ihrer Wanderung mit dem Winde entstanden sein, wobei eine die andere überholte und an ihrer

92) Sokolow, Die Dünen, Berlin 1894.

Digitized by Google

Luvseite emporstieg. Sobald die Windrichtung sich umkehrt, verschwindet zuerst der scharfe Kamm, die Sichelarme verkürzen sich, an der neuen Leeseite bilden sich neue Arme; die Düne hat sich binnen kurzer Zeit völlig „umgekrempelt". Wo die neue Windrichtung mit der alten einen spitzen Winkel bildet, werden durch den Windwechsel die Reihendünen in Einzeldünen zerschnitten.

Das Wandern der Einzeldüne unter dem Einfluß einer konstanten Windrichtung vollzieht sich mit ziemlicher Geschwindigkeit; in der südlichen transkaspischen Wüste wandern die Barchane von März bis November bei nördlichen Winden um etwa 15 bis 18 m gegen S, im Winter bei Südwinden um 6—8 m gegen N; in der Libyschen Wüste bei vorherrschenden Nordwinden um 15 bis 17 m pro Jahr. Die Saharadünen sind wegen des häufigen Windwechsels konstanter. Wo wandernde Sandmassen ein vegetationsreicheres Gebiet erreichen, z. B. in der Nähe von Quellen oder in den Randgebieten der Wüste, bilden sich zwischen den Pflanzen, deren Wurzeln den Sand festhalten, kleine eiförmige Hügel, sog. Neulinge. Die Höhe der Einzeldünen erreicht selten mehr als etwa 20—30 m. Bei unregelmäßigen Winden entstehen Dünenketten von sehr mannigfacher Form und Richtung, die Höhen von 150—200 m erreichen können.

2. Die Formengruppen des ariden Klimas.

Die Wüste als ein Raum mit sehr armer, xerophiler Vegetation ist weder an eine bestimmte Höhenlage noch an ein bestimmtes Relief gebunden, kann daher sowohl in Hochgebirgen, als in Hoch- oder Tiefebenen vorkommen. Zwischen ihr und der humiden Region schaltet sich in der Regel eine Zone des Übergangs ein, wo die Niederschläge und die Vegetation reicher sind, daher auch die chemischen Prozesse größere Bedeutung gewinnen und eine Abschwächung der für das extrem-aride Gebiet charakteristischen Zustände und Vorgänge eintritt. Diese Zone bilden die Salzsteppen oder Halbwüsten und auf diese folgend die echten Grassteppen. Dieser Übergang vollzieht sich entweder mit einer Änderung der Höhenlage, indem die feuchteren Gebirge oft sogar Inseln der Wasserwirkung bilden, wie mehrfach in Zentralasien und im westlichen Nordamerika, oder in der Horizontalen mit der Aufeinanderfolge der Klimagürtel, wie zu bei-

Digitized by Google

den Seiten der Sahara, beim Übergang von der südwestafrikanischen Küstenwüste zur Grassteppe oder der Wüsten von Turan in die Kirgisensteppe. Je nach Relief und Bodenart ist die Wüste in gewissen typischen Formen entwickelt.

Die Gebirgswüste ist ein Gebiet intensivster mechanischer Gesteinszerstörung und daher mit den geschilderten Einzelformen der trockenen Verwitterung und Windkorrosion, grobem Schutt und wenig feinem Verwitterungsmaterial ausgestattet. Dabei aber zeigen sich in der reichen Gliederung durch Wadis doch überall die Wirkungen des rinnenden Wassers. Vor allem gilt das von den amerikanischen Gebirgswüsten, die auch klimatisch eher der Zone der Salzsteppen angehören und von den Formen der Wasserwirkung beherrscht werden. Dasselbe gilt auch von den alle diese Gebirgswüsten randlich umgebenden Geröllwüsten, die aus den abgelagerten Zerstörungsprodukten der Gebirge entstanden sind und wo sich die Windwirkung namentlich in dem Fehlen aller feineren Partikel äußert.

Die Tafellandwüste herrscht im Bereich der flachlagernden Gesteine zu beiden Seiten des Niltales und auch im Innern der Sahara, in der Atacama und auf kleineren Flächen in Südwestafrika und Inneraustralien. Auf riesigen Flächen liegt das nackte Gestein zutage oder ist nur von großen Gesteinsscherben übersät, von keinem Tal zerschnitten und von keinem Berg überragt; alles feinere Material ist verweht. Diese Hamada-Flächen sind zweifellos das Ergebnis flächenhafter Windwirkung, die das Land bis zum Niveau einer härteren Gesteinsbank abgetragen hat. Daneben herrscht der Typus der Kieswüste oder Serir, deren Oberfläche von windgeschliffenen kleinen Quarzgeröllen gebildet wird, die aus alten Konglomeraten herausgewittert sind. Flache Furchen deuten hier auf gelegentliche Wasserwirkung, flache schüsselförmige Vertiefungen, die durch Winderosion ausgehoben sind, unterbrechen die gleichsinnige Abdachung. Hamada und Serir unterscheiden sich daher vorwiegend nur durch das sie aufbauende Material. Beide sind Gebiete äolischer Abtragung, der hier eine viel größere Bedeutung zukommt als in den feuchteren Gebirgswüsten.

Die Flachlandwüste erscheint außerdem noch entweder als Lehm- oder als Sandwüste. Jene folgt entweder auf die Ge-

Digitized by Google

röllwüste dort, wo das feinere Material in den Salztonebenen zur Ablagerung kommt, oder über größeren Flächen in den großen Depressionen und Senkungsfeldern, wie namentlich in der Atacama, in der Namib-Ebene in Südwestafrika, im Innern Persiens, in der Senke von Zaidam und in der Umgebung des alten Lobnor, endlich in kleineren Flächen innerhalb der Sandwüste. Der Salzreichtum des Bodens verursacht auf weiten Flächen Salzausblühungen, so daß die Lehmwüste zur Salzwüste wird. Mit ihr steht oft räumlich und genetisch in Verbindung die Sandwüste, indem sich die Lehmwüste an den Rändern in Sandgebiete verwandelt. Daher finden sich diese in die Lehmwüste eingesprengt oder es sind Vertiefungen der Sandwüste vom Lehm erfüllt. Die großen Flugsandgebiete und Kontinentaldünenlandschaften der Erde aber finden sich fast stets in der Nachbarschaft großer, flächenhaft aufschüttender, noch bestehender oder schon erloschener Flüsse: Die Areg-Region der Sahara mit sehr veränderlichen Form und Richtung der Dünen, die Libysche Wüste mit vorherrschenden südstreichenden Reihendünen, die Nefud in Arabien mit riesigen Einzelbarchanen, die Wüste Tharr in Ostindien mit zwei sich rechtwinklig kreuzenden Dünensystemen, die Sandwüsten im Innern Australiens, in Südwestafrika, im Innern Persiens, in Westturkestan, wo neben Einzelbarchanen namentlich auch Reihendünen und bereits gefestigte ausdruckslose Hügelsande vorkommen, die Wüste Ordos und endlich die Wüsten des Tarimbeckens, wo durch Kreuzung zweier Dünensysteme ein Netzwerk von Sandwellen entsteht, zwischen denen die Becken der „Bajire" analog den Takyren Transkaspiens liegen.

Da das rinnende Wasser in der Wüste auf großen Flächen ausgeschaltet ist, erscheint sie zumeist nicht als Tal-, sondern als Wannenlandschaft, indem hier entweder die durch tektonische Bewegungen geschaffenen Wannen sich erhalten haben oder durch die Prozesse des Wüstenklimas neue geschaffen wurden. Sie treten als trockene, periodisch oder dauernd gefüllte entgegen, im letzteren Falle als Endseen mit großen Spiegelschwankungen und oft von sehr veränderlicher Lage und Größe. Chemische Sedimentation und Zuschüttung durch Flüsse verkleinern rasch den Umfang vieler Endseen, die allmählich zu Regenseen zusammenschrumpfen und endlich sich in Salztonebenen umwandeln. Die

Digitized by Google

Verbreitung der großen Wannen der Trockengebiete ist an kein Niveau gebunden, sehr viele reichen als Depressionen unter das Meeresniveau.[93]) Ihre Entstehung verdanken sie zumeist tektonischen Vorgängen; sie liegen daher entweder in Gräben oder durch Brüche begrenzten Abriegelungsbecken oder in großen flachen Verbiegungen der Kruste und dienen dann als Sammelmulden der Sedimentation; einige sind durch Schuttkegel abgedämmt, wie die Kalifornische Depression durch das Delta des Colorado. Für die zahllosen kleinen Wannen der Trockengebiete können die verschiedensten Ursachen bestimmend sein, Flußerosion am Boden von Wadis, Bergstürze und andere Massenbewegungen, unregelmäßige äolische Akkumulation in den Dünen- und Lößgebieten, endlich auch äolische Erosion. Letzteres gilt wohl sicher für die flachen Felsschüsseln der Hamada, für die in den Lehm oder Kalkmergel eingesenkten Daias der Sahara und die Salzpfannen der Kalahari und in Algier. Schwerlich aber ist äolische Ausräumung, wie Walther meint, auch für große, senkenähnliche Wannen anzunehmen, z. B. für die Schotts der Algerischen Sahara oder die Libyschen Oasensenken, die wohl gleichfalls auf tektonische Verbiegungen zurückzuführen sind und durch den Wind nur ihre Ausgestaltung erfahren haben.

3. Der aride Zyklus.

Bei der deduktiven Ableitung des ariden Zyklus geht W. M. Davis[94]) von einem unregelmäßig gehobenen Urland mit zahlreichen Urwannen aus, die im ariden Klima voneinander getrennt bleiben, als Zentren und lokale Erosionsbasen für periodische, zentripetal nach ihnen gerichtete Flüsse dienen und in denen mächtige Ablagerungen stattfinden. Die Flüsse zerschneiden die Abdachungen in normaler Weise, aber da die Erosionsbasis durch die Aufschüttung in den Becken steigt, muß die Zerschneidung und damit das Relief mit der Zeit abnehmen. Sind zwei benachbarte Becken ungefähr gleich hoch, so können sie sich durch ihre Ablagerungen zu einer Ebene vereinigen; sind sie ungleich hoch, so muß mit der Zeit eine Anzapfung des höheren Beckens durch

93) Vgl d. Zusammenstellung in Penck, Morphologie II 237.

94) The geographical cycle in an arid climate, Journ. of Geol. XIII. 1905.

Digitized by Google

einen Fluß des tieferen erfolgen, und es wird das höher gelegene allmählich wieder zerschnitten, während das tiefere rasch aufgefüllt wird. Sobald mehrere Gruppen von Wüstenflüssen sich zu einem einzigen System vereinigt haben, das in dem tiefsten Becken seinen Knotenpunkt hat, kann das Stadium der Reife als erreicht angesehen werden. Das zentrale Becken verwandelt sich in eine weite Playa, die höheren werden von der Schuttdecke allmählich befreit und es werden zunächst an ihren Rändern Felsebenen zutage treten, die allmählich nach der Peripherie fortschreiten, wobei der Flächenspülung die Hauptrolle zufällt. In einem späteren Stadium werden aber die Schuttmengen in dem zentralen Becken nicht mehr wachsen. Sobald sich die abgetragenen Felsebenen bis zur Basis der noch übrig gebliebenen Berge erstrecken, wird ein Gleichgewichtszustand zwischen der abnehmenden Schuttmenge und der Tragfähigkeit der Flüsse und Schichtfluten eintreten. In dem Maße, als die Gebirge immer mehr aufgezehrt werden, gewinnt auch der Wind an Bedeutung und kann immer mehr Staub aus dem Bereich des ariden Klimas heraustragen, bis endlich diese Menge größer wird als die in das zentrale Becken hineingeschwemmte Schuttmenge. Von diesem Zeitpunkt an wird die Oberfläche des Beckens vom Winde flächenhaft abgetragen, das Areal der Beckenablagerungen wird immer kleiner, das der Felsebenen immer größer und sobald das Material aller Beckenablagerungen vom Winde herausgetragen ist, ist das Endziel, eine schwachwellige ausgedehnte Felsebene, vielleicht noch mit Inselbergen, erreicht. Diese kann noch bis unter den Meeresspiegel abgetragen und durch Anzapfung vom Meere her überflutet werden.

Diese Ableitung ist möglicherweise anwendbar für die Wüsten des östlichen Persiens und Tibets, wo es bereits zur Verwachsung einst getrennter Becken und zur Herausbildung weiter zentraler Schuttebenen gekommen zu sein scheint. Kaum gültig ist diese Darstellung für die Tafellandwüsten Nordafrikas und Arabiens, die vielleicht schon früher unter humiden Verhältnissen stark abgetragen waren und ihre heutigen Formen mit den weiten Fels- und Kiesflächen erhielten, als sie durch eine Klimaänderung unter die Herrschaft des ariden Klimas gerieten. Als mehr oder weniger breite Terrassen erscheinen solche Felsebenen

Digitized by Google

in den Gebirgswüsten des Großen Beckens, namentlich im südlichen Kalifornien, in Neu-Mexiko und im nördlichen Mexiko, wo sie von Mc Gee auf die Wirkung der Schichtfluten zurückgeführt wurden. Eine andere Erklärung gibt aus demselben Gebiet Lawson[95]), der für die Ausbildung eines Playa-Gebietes nur die Wirkung der mechanischen Verwitterung und der Wildbäche und Wolkenbrüche heranzieht. Unter deren Einflüssen entwickelt sich aus einem steilen, allmählich zurückschreitenden Gebirgsabfall eine immer flachere, aber von mächtigem Schutt überdeckte „suballuviale" Gesteinsoberfläche. Die Endform dieses Prozesses ist keine Felsebene, sondern eine über die Playa und das ehemalige Gebirge hinwegziehende Schuttfläche. Wieder ganz anders ist der Gedankengang von Keyes[96]) auf Grund von Beobachtungen aus denselben Gebieten, der in den Felsflächen Winderosionsflächen, aber entstanden im Jugendstadium des äolischen Zyklus sieht. In der Darstellung von Keyes, der sonst kaum größere Bedeutung zukommen dürfte, bleibt namentlich der durch Bohrungen erbrachte Hinweis auf die geringe Schuttmächtigkeit in den Bolsonen des nördlichen Mexiko beachtenswert.

Einen anderen Weg der deduktiven Darstellung hat Passarge eingeschlagen, indem er die Wirksamkeit der zerstörenden Vorgänge unter den verschiedenen Abarten des ariden Klimas bis zu ihrem Endziel untersucht[97]): In einer Wüste mit heißem Klima, ohne Niederschläge und mit starken Winden arbeitet die mechanische Verwitterung intensiv vor, die Windkorrosion greift die Gehänge stark an und vernichtet den Schutt, die feineren Partikel werden ausgeblasen. Als Endform ergibt sich eine sandfreie Rumpffläche mit oder ohne Inselberge je nach den Gesteinsverschiedenheiten oder, wenn der Sand zum Teil zurückbleibt, eine Rumpffläche unter einer dünnen, wandernden Sandschicht, die durch spätere Zementierung zu einer Umhüllung der Inselberge durch Sandsteinschichten führen kann. In einer Wüste mit seltenen, aber heftigen Regen und auch starken Winden verwandelt sich ein zertaltes Gebirgsland in eine von mächtigen Schuttmassen

95) Epigenic profils in the desert regions, Calif. Univers. papers 1915.
96) Deflative Scheme of the geographic cycle in an aride climate, Bull. geol. Soc. Amer. 1912.
97) Physiologische Morphologie, S. 49 ff.

Digitized by Google

in den Senken und einem dünnen Schuttmantel auf den Höhen verhüllte Gleichgewichtsfläche; je mehr der Prozeß der fluviatilen Abtragung sich seinem Ende nähert, destomehr tritt die Windwirkung in den Vordergrund; die Endform ist eine dem Wasser- und Windabtrag entsprechende Gleichgewichtsfläche mit weniger unvermittelt aufragenden, von Schuttböschungen umgebenen Inselbergen; in den Becken entstehen Salzseen, wenn die Winderosion bis zum Grundwasser herabgeht, die sich durch allmähliche Zuschüttung in Sandebenen verwandeln. In Salzsteppen endlich mit heftigen periodischen Regengüssen, starker Verdunstung und mäßiger Vegetationsdecke wird die Winderosion durch Salzefflorescenzen und Kalkkrusten lahm gelegt; es bilden sich abflußlose Schutt- und Salztonbecken, wobei je nach der Höhenlage Anzapfungen eintreten können. Die Endform ist eine vorwiegend fluviatil gebildete Rumpffläche. Ein Beispiel für den ersten und extremsten Fall sind die Hamadas der zentralen Sahara. Das Ahaggar-Plateau ist ein im Schutt ersticktes Hochland mit geringen Höhenunterschieden. Salzsteppen in verschiedenen Entwicklungsstadien liegen im Großen Becken und in Zentralasien vor.

Ein für alle ariden Gebiete gültiger Abtragungsvorgang oder arider Zyklus kann somit nicht dargestellt werden. Hingegen läßt der heutige Zustand der einzelnen Trockenlandschaften einen ungefähren Schluß zu auf das Alter der heute vor sich gehenden ariden Prozesse und damit auf Umfang und Bedeutung der in der jüngeren geologischen Vergangenheit eingetretenen Klimaveränderungen.[98]) Das Große Becken hatte in der Quartärperiode zweimal Abfluß zum Meer aus hochgespannten Süßwasserseen, dem L. Bonneville und L. Lahontan; die ariden Zustände sind also hier noch jung, doch müssen vor dem Quartär ähnliche Zustände geherrscht haben wie heute, wie die jungtertiären Kontinentalablagerungen Californiens beweisen. Weiter südlich aber, in den Bolsonen von Neu-Mexiko und Nevada, fehlen die alten Uferlinien und damit die Anzeichen eines feuchteren Klimas in der Quartärperiode; die ariden Verhältnisse müssen hier ununterbrochen mindestens seit dem Jungtertiär angedauert haben. Aus Nordafrika kennt man schon lange die sicheren Anzeichen eines

98) Penck, Die Formen der Landoberfläche und Verschiebungen der Klimagürtel, Sitz.-Ber. d. kgl. preuß. Akad. d. Wiss. 1913, IV.

Digitized by Google

feuchteren Klimas in junger geologischer Vergangenheit und für Syrien und Ägypten hat Blanckenhorn eine Reihe von quartären Klimaschwankungen aufgestellt, die mit einer jungtertiären Trockenzeit beginnt. Aber südlich von 25° N und namentlich in der Libyschen Wüste fehlen alle Spuren einer sog. Pluvialperiode; auch hier dauert also das aride Klima seit dem Jungtertiär permanent an. Die Wüsten von Transkaspien hatten in der Quartärzeit durch die damals größere Ausdehnung ihrer Endseen eine Einengung erfahren; aber auch hier konnte durch die Erbohrung alter Dünensande am Ostufer des Kaspisees der Nachweis einer vorquartären Trockenzeit erbracht werden. Für ganz Zentralasien beweisen die salz- und gipsführenden roten Hanhai-Schichten und die seit dem Pliozän andauernden Lößablagerungen Chinas eine sehr lang andauernde Trockenperiode ungefähr mit Salzsteppencharakter, die durch die Klimaschwankungen des Quartärs unterbrochen wurde. Es ergibt sich somit für die Nordhalbkugel, daß die polare Grenze des ariden Klimas in der Quartärperiode etwas äquatorwärts verschoben war, während die zentralen Teile dieses Wüstengürtels ununterbrochen seit dem Jungtertiär unter der Herrschaft des ariden Klimas verharrten. Weniger sicher ist dieser Schluß für den polaren Saum der Wüsten der Südhalbkugel.

Andere Erscheinungen trifft man am äquatorialen Saum des Wüstengürtels der Nordhalbkugel. Der abflußlose Tsadsee hat fast süßes Wasser, die Etoschapfanne in Südafrika hat auch nur Brackwasser; der Titicacasee in Bolivien hat einen Abfluß, aber doch schwach salziges Wasser, auch der Lago Poppo hat geringen Salzgehalt. Alles das deutet darauf hin, daß hier erst vor kurzem eine Zunahme der Niederschläge oder eine Abnahme der Verdunstung eingetreten ist, wodurch bisher abflußlose Seen einen Abfluß oder Salzseen eine teilweise Aussüßung ihres Wassers erhalten haben. Danach hat sich also, wie Penck schließt, die äquatoriale Grenze der Trockenzone seit der Quartärzeit polwärts geschoben. Die heutigen Klimagürtel waren damals bereits vorhanden, aber in einer etwas äquatorwärts verschobenen Lage; seither hat sich am polaren Saum der Trockenzonen das aride Klima auf Kosten des humid-gemäßigten, am äquatorialen Saum das humid-tropische auf Kosten des ariden ausgedehnt, während in den zentralen Teilen der Trockenzonen das aride Klima konstant blieb.

Digitized by Google

IX. Die Küstenformen und Inseln.

An der Grenze von Wasser und Land wirken die für diese beiden gegensätzlichen Begriffe charakteristischen Vorgänge zusammen und gegeneinander und bewirken hier einen besonderen Reichtum, aber auch eine große Unbeständigkeit der Formen. Die ganze Zone, in der sich landwärts und seewärts von der jeweiligen Berührungslinie zwischen Wasser und Land oder der Uferlinie diese Erscheinungen abspielen, bezeichnen wir als Küste, den über der Uferlinie gelegenen Teil derselben als Ufer oder, wenn es sich um einen flachen, von Geschieben bedeckten Streifen handelt, als Strand.

1. Einteilung und Klassifikation der Küsten.[99])

Die üblichste Einteilung der Küsten beruht auf ihrem Querprofil und unterscheidet Flach- und Steilküsten. Jene sind nur für Flachländer und Tiefebenen charakteristisch, diese kommen meist an den Küsten von Gebirgen, aber auch dort vor, wo ein Tiefland mit einem zwar wenig hohen, aber steilen Abfall gegen das Meer endet, wie das auf Rügen oder in Nordfrankreich der Fall ist. Man wird daher mit Braun besser von Flachland- und Gebirgsküsten sprechen. Gewöhnlich setzt sich der übermeerische Abfall in einen ähnlich steilen untermeerischen fort; doch sind auch einem untermeerischen Steilabfall Flachküsten vorgelagert, z. B. in der Landschaft Jäderen in Südnorwegen, oder es ist ein übermeerischer Steilabfall zwischen zwei flachere Abdachungen eingeschaltet wie auf Rügen.

Eine andere Einteilung kann von der geologischen Struktur des Landes ausgehen, durch die der Verlauf der Küsten in ihren großen Linien bestimmt ist. Es können daher bei den Gebirgsküsten die des gefalteten, des Schollen- und des vulkanischen Landes unterschieden werden. In sehr vielen Fällen aber ist der Verlauf der Küste auch im großen von der inneren Struktur ganz unabhängig und durch junge Niveauveränderungen bedingt. Daher wird nach diesem für die Urform der Küste bestimmenden Merkmal zwischen gehobenen und gesunkenen Küsten zu

99) Philippson, Die Typen der Küstenformen, Richthofen-Festschrift 1893.

Digitized by Google

unterscheiden sein, womit sich zumeist auch ein Gegensatz in der horizontalen Gliederung deckt. Die auf größere Entfernungen ohne wesentliche Richtungsänderungen in flachen Bogen verlaufenden glatten Küsten stehen den von zahlreichen tief einschneidenden Buchten und Vorsprüngen gegliederten, gebuchteten Küsten gegenüber.

Der glatte Küstenverlauf kann sowohl bei Flachland- als bei Gebirgsküsten vorkommen. Im ersteren Falle bilden sie zumeist den Abschluß einer Küstenebene, die bei konstantem Meeresniveau oder einer Senkung durch allmähliche Aufschüttung vom Lande her oder durch Hebung des Landes entstand, so daß sie aus gehobenen Meeresablagerungen besteht. Die glatte Steilküste durchschneidet mit sehr feiner Zähnung Berge und Täler, so daß diese mit Steilstufen als litorale Hängetäler münden. Solche Küsten sind in augenscheinlicher Zerstörung durch die Brandung begriffen und weisen auf eine stattgefundene Hebung des Landes hin. Endlich zeigen die Ausgleichküsten einen steten Wechsel von glatten Flach- und glatten Steilküstenstrecken; sie sind aus räumlich abwechselnder Zerstörung und Aufschüttung einer gebuchteten Küste bei stabilem Meeresniveau hervorgegangen und können durch eine Senkung wieder in eine gebuchtete Küste zurückverwandelt werden. Eine vollendete Ausgleichküste ist die italienische Westküste, besonders die erst in historischer Zeit entstandene Küste von Toscana.

Viel größere Mannigfaltigkeit zeigen die gebuchteten Küsten, die stets eine verhältnismäßig junge Senkung des Landes anzeigen, deren Wirkungen durch die an der Küste tätigen Vorgänge noch nicht beseitigt worden sind. Umriß, Größe und Tiefenverhältnisse der Buchten und das Querprofil der Küste hängen daher von dem Relief des von der Senkung betroffenen Landes ab. An einer Gebirgsküste sind die wichtigsten Typen die folgenden:

An den Küsten höherer Breiten sind die langen und schmalen, sich vielfach verästelnden Fjorde der herrschende Buchtentypus. Quer- und Längsprofil haben sie mit den durch glaziale Erosion modifizierten Tälern gemeinsam, in die sie sich landeinwärts fortsetzen. Sie sind daher nichts anderes als ertrunkene Trogtäler und glaziale Wannen. Auch der enorme Inselreichtum der meisten

Digitized by Google

Fjordküsten weist auf eine junge Senkung hin, der allerdings in den meisten Fällen schon wieder eine Hebung gefolgt ist. Wo eine reife Tallandschaft gesenkt wurde, entstanden meist enge, nach außen trichterförmig sich erweiternde und regelmäßig tiefer werdende Buchten, die nach ihrem typischen Vorkommen an der Küste von Galicien als Rias bezeichnet werden.[100]) Sie kehren in der Bretagne, in Cornwall, im westlichen Kleinasien und in Süd-China wieder, sind also vom geologischen Bau und der geographischen Breite unabhängig und setzen sich in einfachen reifen Tälern fort. Engere Beziehungen zum geologischen Bau zeigen die langen dalmatinischen Buchten, die ebenso wie die Meeresstraßen daselbst als Canali bezeichnet werden. Hier ist ein ungefähr bis zur Reife abgetragenes Faltengebirge in postglazialer Zeit unter das Meer getaucht, so daß die dadurch entstandenen Formen durch die litoralen Vorgänge und die geschiebearmen Flüsse erst wenig verändert wurden. Den Canali ähnlich sind die Buchten von SW-Irland, schlauchartig gewunden die Valloni der untergetauchten istrischen Platte.

Sehr wechselvoll sind auch die Buchtenküsten des Flachlandes. Auf die Ostküste Dänemarks und Schleswigs sind die Föhrden beschränkt, die mit den norwegischen Fjorden das beckenförmige Profil gemein haben. Nach Werth[101]) sind sie subglaziale Rinnen und ähnlicher Entstehung wie die Fjärden der schwedischen Süd-Küste mit ihrem enormen Inselreichtum. In Vorpommern und Mecklenburg fällt die Boddenküste durch den unregelmäßig gelappten Verlauf auf; auch sie entstand durch junge, noch wenig umgestaltete Eroberungen des Meeres infolge einer Senkung, ebenso die Limane Südrußlands.

Alle gebuchteten Küsten sind also zugleich auch morphologisch junge Küsten, wobei der Grad der Buchtenentwicklung von dem Betrag der Senkung und der vorausgegangenen Zertalung abhängt, und stets setzen sich die Buchten in submarinen Furchen fort, die an der norwegischen Küste sogar denselben Stufenbau zeigen wie die Fjorde selbst. Die allgemeine Verbreitung gebuchteter Küsten scheint daher auf eine Zeit allgemeiner Transgression in jun-

100) Scheu, Die Rias von Galicien, Ztschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1913.
101) Werth, Fjorde, Fjörde und Föhrden, Ztschr. f. Gletscherk. III, 1908/09.

Digitized by Google

ger Vergangenheit hinzuweisen; doch ist die Gleichzeitigkeit der Senkung nicht sicher gestellt und oft handelt es sich zweifellos um Bewegungen des Landes, nicht des Meeresspiegels, wie z. B. nach Braun an der Westküste Portugals; in vielen Fällen wurde die Senkung wieder von Hebungserscheinungen abgelöst.

2. Die litoralen Vorgänge und die Entwicklung der Küsten.

An der Küste äußert sich die Wellenbewegung des Meeres als Brandung, die bei steilen Böschungen als die hoch aufspritzende Klippenbrandung, bei sanftem Abfall als die den flachen Strand hinauflaufende Strandbrandung auftritt. Die mechanische Wirkung der Klippenbrandung besteht in einem fortgesetzten Stoß, einem Anpressen und Zurücksaugen des Wassers und der Luft, wodurch das Gesteinsgefüge gelockert wird und Bruchstücke als Wurfgeschosse von den nächsten Wellen aufgenommen und gegen das Land geschleudert werden. Dazu kommt unter Umständen die Wirkung des Spaltenfrostes, der chemischen Lösung oder des an der Küste sich hin und her schiebenden Eisfußes. Es bildet sich daher oft zuerst längs der Wasserlinie eine Brandungskehle, die den Steilabfall untergräbt und zum Abbruch bringt; an Stellen geringerer Widerstandsfähigkeit entstehen Löcher, Höhlen, aus denen Brandungsgarben aufschießen, und Tunnels durch Küstenvorsprünge; andere Partien bleiben als Pfeiler oder als Klippen zurück. Alle diese Formen sind in großer Mannigfaltigkeit besonders dort, wo der Sturm senkrecht die Küste trifft, an den Küsten Schottlands und Irlands, der Scilly-Inseln und der Bretagne entwickelt.[102]) Die wichtigste Form aber ist der durch Untergrabung und Abbruch ständig erneuerte und zurückweichende Steilabfall des Landes, das Kliff (Abb. 30). Unter dem Meeresspiegel nimmt die Wirkung der Brandung rasch ab; daher entsteht gleichzeitig mit dem Zurückweichen des Kliffs eine schwach seewärts geneigte, felsige submarine Plattform (oder Brandungsplatte), die von den hin- und herbewegten Trümmern

102) Die erste eingehende Darstellung dieser Vorgänge gab Richthofen, „China", II., 166, u. „Führer für Forschungsreisende"; vgl. auch G. v. Zahn, Zerstörende Arbeit des Meeres, Mitt. Geogr. Ges. Hamburg, 1909; Werth, Bildung einer Brandungskehle, Z. Ges. Erdk. Berlin, 1911.

Digitized by Google

korrodiert und beständig tiefer gelegt wird; das feinere Material wird von dem Unterstrom seewärts geführt und am Fuß der Plattform als Meereshalde abgelagert.

Je länger die Brandung arbeitet, desto breiter und glatter, aber auch desto tiefer wird die Plattform, während das Kliff zurückweicht und im allgemeinen auch höher wird. Zugleich aber verliert die Brandung immer mehr von ihrer Energie bei der Abrasion der Plattform; diese schützt daher das Kliff vor den Angriffen der Wellen von gewöhnlicher Höhe und es wird nur mehr bei Sturmfluten erreicht und frisch untergraben. Daher wird es immer mehr den zerstörenden Kräften des Landes ausgesetzt und flacher, der obere Rand immer gezahnter und es gleicht dann einer gewöhnlichen Erosionsstufe. Dieser ganze Prozeß der (marinen) Abrasion kommt noch früher zum Stillstand, wenn sich während desselben das Meeresniveau senkt. Tritt aber eine Senkung des Landes ein, die mit der Wirkung der Brandung Schritt hält, so rückt der ganze Vorgang immer mehr landwärts und die Kliffe bleiben steil und frisch.

Ganz anders, nämlich vorwiegend aufbauend, wirkt die Brandung an Küsten aus lockerem Material, die entweder gehobene Flachlandküsten oder ehemalige Steilküsten mit einem breiten flachen Vorstrand sind, der bei dem Zurückweichen eines Kliffs als Aufschüttung über dem Felsstrand entstanden ist. Zunächst wird dort, wo der Rückstrom oder Sog einer Wellengruppe mit dem Wellenberg der nächsten zusammentrifft, in einiger Entfernung vom Ufer und parallel dazu ein untermeerisches Kies-

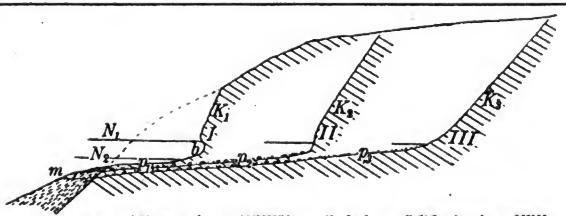

Abb. 30. Entwicklung einer Klippküste. (k_1, k_2, k_3 = rückschreitendes Kliff, b = Brandungskehle, $p_1 p_2 p_3$ = submarine Plattform, m = Meereshalde, N_1 = höchstes, N_2 = tiefstes Meeresniveau.

Digitized by Google

oder Sandriff oder auch zugleich 2—3 solcher Riffe aufgeworfen, die landwärts steiler abfallen als seewärts und allmählich landwärts verschoben werden. Das erste und innerste Riff wandert soweit, als es dem höchsten Seegang entspricht, und wird am festen Ufer zu einem trockenen Strandwall; oft besteht er aus einem ganzen System einzelner Wälle und Furchen, es entsteht eine mehr oder weniger breite Strandwallebene. Die tieferen Wälle niedrigeren Seeganges sind in beständiger Zerstörung und Wiederaufbauung begriffen. Wo die Brandungsstelle vor dem Ufer liegt, baut sich das Sandriff als ein freier Strandwall oder Lido über den Meeresspiegel auf und ist durch einen Wasserstreifen, die Lagune, vom Lande getrennt (Abb. 31). Indem nun die Brandung den Meeresboden vor dem Lido abradiert und tiefer legt, kann sie diesen anzugreifen beginnen und aus ihm ein niedriges Kliff herausarbeiten, das allmählich über den Wall zurückschreitet. Gleichzeitig wird die Lagune durch Sand vom Lande und vom Meere und durch Pflanzenwuchs ausgefüllt oder

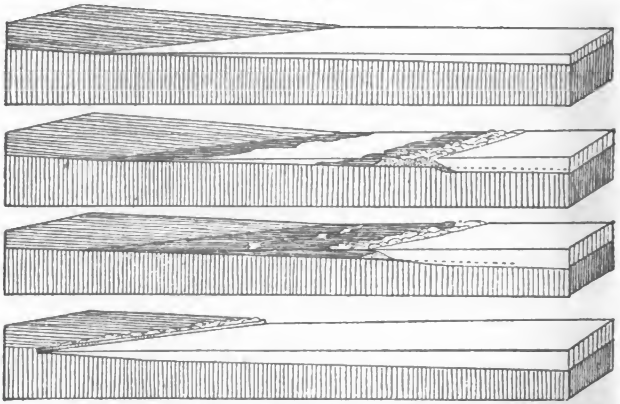

Abb. 31. Diagramm der Entwicklung einer Flachlandsküste. (Nach Davis.)
(Oben: Früheste Jugend. Urform. — Zweites Bild: Aufbau eines Lido, Entwicklung von Dünen auf ihm. Dahinter die Lagune mit Marschbildungen. Vertiefung des Meeresbodens vor dem Lido durch die Brandung. — Drittes Bild: Angriff und teilweise Zerstörung des Lido. Die Dünen wandern über die Marschen, welche die Lagune völlig ausgefüllt haben. — Unten: Reife Küste mit Kliffreihen und aufgesetzten Dünen; alles andere ist weggeschnitten.)

Digitized by Google

ausgesüßt und endlich ganz trocken gelegt, worauf dann das Meer, namentlich bei gleichzeitiger Senkung der Küste, über den zerstörten Lido und die aufgearbeitete Ausfüllung der Lagune hinweg das Land dahinter angreift und neue Kliffe herausarbeitet, wie das bei den „Falaises" der Kreidekliffküste von Südengland und Nordfrankreich der Fall ist. Diese stellt also eine Endform der gehobenen Küste dar.[103])

Der Lido verläuft selten als eine zusammenhängende Kette vor dem Ufer, wie z. B. in Texas auf 160 km Länge, sondern besteht zumeist von Anfang an aus einzelnen langgestreckten Stücken, die durch Öffnungen getrennt sind. Wo nun starke Gezeitenströmungen vorhanden sind, werden sie diese Öffnungen benützen und zu schlauchartigen Rinnen, sog. Tiefs oder Gats, ausgestalten, denen beiderseits, in der Lagune durch den Flutstrom, am Außenstrand durch den Ebbestrom, untermeerische Gezeitendeltas vorgelagert sind.

Wenn die Wellen schräg den Strand hinauflaufen, so schleudern sie das vom Meeresboden aufgenommene Material in dieser Richtung vorwärts, worauf es der Neigung des Strandes und dem Zug der Schwerkraft folgend je nach der Korngröße verschieden weit wieder zurückrollt. Es beschreibt also ungefähr zickzackförmige, genauer asymmetrisch parabolische Bahnen nach vorwärts längs des Ufers. Dies ist namentlich bei konstanten Winden der Fall. Aber auch bei wechselnder Windrichtung wird die vorherrschende die Richtung der Bewegung bestimmen. Es wandert also das Geschiebe fast an jeder Küste in einer Richtung weiter mit Geschwindigkeiten, die von der Windstärke und der Größe des Materials abhängen; diesen Vorgang bezeichnen wir als Küstenversetzung oder Strandvertriftung (Krümmel). Alle diese aufbauenden Vorgänge werden durch eine Hebung des Landes beschleunigt, durch eine Senkung verzögert, so daß die Lagunen und Tiefs länger oder konstant offen gehalten werden. Sie sind in vorzüglicher Ausbildung an der Küste der Poebene, der Gascogne, an der friesischen Wattenküste und der Ostseeküste vertreten.

Anders sind die Erscheinungen, die sich an einer gebuchteten

103) Braun, Entwicklungsgeschichtliche Studien an europ. Flachlandküsten, Veröff. d. Inst. f. Meeresk., Berlin, 1911, H. 15 (mit reichen Literaturangaben).

Digitized by Google

Geschiebeküste einstellen, die ihre Urform fast stets durch eine Senkung erhalten hat. Wo die Küste umbiegt, behält doch die Küstenversetzung ihre Richtung. Es hängt sich daher an die Umbiegungsstelle ein in der früheren Richtung des Ufers frei hinausragendes Küstenhorn, das allmählich zu einem Haken heranwächst und dabei durch die Wellenerosion leicht nach innen gebogen wird. Erreicht der Haken ganz oder nahezu den nächsten Landvorsprung, so schnürt er die Bucht ganz oder bis auf eine schmale Öffnung als eine meerwärts schwach konkav gekrümmte Nehrung ab, die nun ebenso wie ein Strandwall von der Brandung angegriffen und unter Bildung eines Kliffs landwärts geschoben wird. Die abgeschnürte Bucht oder das Haff verlandet ähnlich wie die Lagune, zumal wenn in dasselbe ein Fluß mündet, wie bei den preußischen Haffen. In Südrußland sind die ehemaligen Buchten, die Limane, durch die hier Peresypp genannten Nehrungen bereits völlig abgeschnürt, zum Teil zugeschüttet und einige überdies durch starke Verdunstung in salzreiche Strandseen verwandelt. Sind einer gesunkenen Küste Inseln vorgelagert, so gehen auch von ihren Vorsprüngen Küstenschuttwälle aus, die die Insel auf der einen Seite mit dem Lande verknüpfen; wächst gleichzeitig auch vom Hauptland her ein Haken entgegen, so ist die Insel von beiden Seiten durch Inselnehrungen landfest geworden, die eine Lagune umschließen, die allmählich verlandet. Diese Erscheinungen sind in verschieden weit gediehener Entwicklung an der Küste von Toscana, am M. Argentario und bei Piombino vertreten; auch der Felsen von Gibraltar und der M. Gargano sind landfest gewordene einstige Inseln.

Alle diese Erscheinungen werden durch Gezeitenströmungen und auch zum Teil durch Meeresströmungen beeinflußt. Jene wirken z. B. an der britischen Kanalküste viel maßgebender auf die Wanderung der Geschiebe als die Windwellen. In spitz zulaufenden Buchten wird die eindringende Flutwelle zusammengepreßt, gewinnt an Höhe und Kraft und fegt den Meeresboden bis zu großer Tiefe (in der Fundy-Bai bis 200 m) glatt. Meeresstraßen werden durch Gezeitenströme seitlich ausgestaltet. Wo sich ihr Bett verbreitert, kommen die Sinkstoffe zur Ablagerung; es stehen daher den Gezeitenkolken Gezeitenbarren vor dem schmalen Eingang zu breiten Buchten (Goldenes Tor von

Digitized by Google

San Franzisko) und am Ein- und Ausgang von Meeresstraßen gegenüber. Auch die großen, aber langsamen Meeresströmungen[104]) können den Küstenverlauf beeinflussen. An einer schwach gebuchteten Küste bilden sich als Rückwirkung einer landfernen Strömung küstennahe, kreisförmige Gegenströmungen und dadurch vorspringende Riffe zwischen den Strömungskreisen mit scharfen Spitzen. Das beste Beispiel hierfür ist die Küste von Nord-Carolina mit den Vorsprüngen von C. Hatteras, Lookout und Fear, hinter denen Haffe, Marschen und Küstensümpfe (Swamps) der Verlandung entgegengehen. An der venetianischen Küste besorgt die Strömung die Küstenversetzung. Im allgemeinen aber wirken die Strömungen den Vorgängen der Brandung und Küstenversetzung entgegen. Indem die Landvorsprünge und Kliffe immer mehr abgetragen und zurückgeschnitten, die Buchten durch Nehrungen geschlossen und ausgefüllt werden, wird der ursprünglich reich gegliederte Verlauf immer einfacher; es entsteht als Endform einer gesenkten Küste eine Ausgleichküste, die aus abwechselnd steilen und flachen Stücken besteht und in sehr flach konkaven Bogen verläuft. Das ist bei der Westküste von Jütland oder von Hinterpommern der Fall. Eine solche Küste wird ziemlich gleichmäßig, aber sehr langsam vor den Angriffen der Brandung zurückweichen, bis eine einförmige Kliffreihe das Land begleitet.

An den Stellen, wo Flüsse münden, tritt deren aufschüttende Tätigkeit in Wechsel- und Gegenwirkung mit den marinen Vorgängen. Indem die Sinkstoffe des Flusses an der Mündung ausgeschieden werden, bildet sich vor dieser eine Mündungsbarre. Die ein- und ausströmenden und von der Erdrotation beeinflußten Gezeitenströme erweitern die Mündung trichterförmig und gestalten sie zu den sog. Ästuaren aus; davor baut der Ebbestrom, der das Ästuar vor der Zuschüttung durch den Flutstrom offen hält, eine Gezeitenbarre auf. Da ferner der Fluß sein Material allmählich über die Barre hinweg bewegt und dieses außerhalb derselben zur Ablagerung kommt, wird der Ort der Barrenbildung immer weiter seewärts verlegt und der Fluß verlängert

104) A. Rühl, Die morpholog. Wirksamkeit der Meeresströmungen, Veröff. Inst f. Meeresk. Berlin, 1906, H. 8; Krümmel, Handb. der Ozeanographie II. 726.

Digitized by Google

sein Bett zwischen niedrigen, selbstaufgebauten Dämmen ins Meer hinaus. Bei allen derartig sich vorschiebenden Mündungen wird die Gefällskurve verändert, der Fluß auch weiter oberhalb zur Aufschüttung gezwungen, auf den neuen Flächen treten Stromverlegungen ein, die Mündung verschiebt sich seitlich und alle diese Verlegungen und Aufschüttungen wirken zusammen, um an der Küste einen Vorbau aus Neuland, ein sog. Delta zu schaffen, wobei die schuttkegelartig gelagerten Schichten unter dem jeweiligen Meeresspiegel von den subaëril abgelagerten Deckschichten nahezu horizontal überlagert worden.[105])

Die Form des Deltas, aber auch sein Wachstum ist das Ergebnis der gegeneinander wirkenden Aufschüttung und der Zerstörung durch Brandung und Küstenströmung, wozu auch hier wieder der Einfluß von Hebung oder Senkung und störend der starker Gezeitenströme kommt. Auch Rutschungen und das Zusammensitzen der lockeren Aufschüttungen kommen in Betracht. Da ferner die Meerestiefe nach außen zunimmt, muß das oberflächliche Wachstum mit der Zeit abnehmen. An einer jungen Küste mit flachem Meeresboden und schwachem Wellengang behält das Delta die ursprüngliche dreieckige Spitzenform bei und schiebt sich in langen Armen in das Meer vor, wie das beim Mississippi mit seinen vier sog. „Passes" der Fall ist. Bei fortschreitender Tätigkeit der Wellen wird der Umriß des Deltas allmählich glatt und abgerundet; an die Deltaarme hängen sich Haken an, die Lagunen abschnüren, (Nildelta) und schließlich wird das Delta zu einem flachen Vorsprung der Uferlinie, der ebenso zerstört wird wie die angrenzenden Strecken. Dieser Vorgang wird beschleunigt, wenn aus irgendeinem Grunde die Sedimentführung des Flusses abnimmt; dann kann die Zerstörung des Deltas den Aufbau übertreffen und es wird die Deltafront unterschnitten und mit dem übrigen Ufer zurückgedrängt.

Es hängt also von einer großen Zahl von Umständen ab, ob ein Fluß mit einem Ästuar oder einem Delta mündet. Oft ist die Flußanschwemmung stärker als eine Senkung der Küste, wie bei Po, Memel, Rhein und Ganges, wo Torflager in beträchtlichen Tiefen eine Senkung beweisen. Beispiele für rasch wachsende Del-

105) Die erste Monographie über Deltas schrieb R. Credner, Pet. Mitt., Erg.-H. 56, 1878.

Digitized by Google

tas liefern der Po, die Donau und namentlich der Atrek am Kaspisee; sehr langsam wächst das Nildelta.

An allen Küsten endlich, wo Sand in größerer Menge auftritt und häufig landwärts gerichtete Winde herrschen, kommt es zur Bildung von Küstendünen über dem flachen Strand, auf Nehrungen, Lidi und Strandwällen, wobei zwischen ihren Formen und dem Zustand der Küste gewisse Beziehungen bestehen.[106]) Nach den Beobachtungen auf den nordfriesischen Inseln geben den ersten Anlaß zur Dünenbildung Sandpflanzen, um die sich der Sand als ein sog. Zungenhügel legt und die mit ihm emporwachsen. Diese Hügel ordnen sich mit der Zeit höher werdend in Reihen ungefähr parallel zum Ufer und senkrecht zur Windrichtung als Vordünen an, die aber vom Winde wieder leicht zerrissen werden, der an kahlen Stellen muldenförmige Vertiefungen ausbläst. Indem sich vor ihnen neue Hügel aufbauen, schützen sie die Vordünen vor Zerstörung und diese bedecken sich nun stärker auch mit andern Pflanzen, so daß die Sandbewegung aufhört. Durch stete Windrisse und neuen Dünenaufbau geht die Reihenform allmählich verloren und es entsteht in einiger Entfernung von der Küste eine kuppige Landschaft mit regelloser Anordnung der Hügel und Mulden, die sog. Kupsten, die oft schon dicht bewaldet sind. Wird aber durch natürliche oder künstliche Eingriffe die Vegetationsdecke zerstört, so gewinnt der Sandflug wieder das Übergewicht, und es gehen aus den gefestigten Dünen die großen kahlen Wanderdünen mit Höhen bis 100 m und mehr und deutlich asymmetrischen Böschungen, oft in mehreren Reihen, hervor, die über Wälder und Siedelungen zerstörend fortschreiten und nur schwer wieder bepflanzt werden können. In den „Landes" an der Küste der Gascogne erreichte früher das Wandern stellenweise jährliche Beträge bis 25 m bei Höhen bis 90 m, in Ostpreußen 4—5 m, gelegentlich aber auch 17 m. Wenn diese Wanderdünen in Windschutz geraten, können sie entweder von der Natur oder künstlich bepflanzt und gefestigt werden. Werden die

106) Baschin, Die Entstehung wellenähnlicher Oberflächenformen, Z. Ges. f. Erdk., 1899, u. „Dünenstudien", ebda. 1903; Solger, Studien über nordostdeutsche Küstendünen, Forsch. z. d. Landes-K. XIX, I, 1910; Reineke, Studien über die Dünen unserer Ostseeküste, Wiss. Meeresunters. N. F. XII, 1911; Braun, a. a. O. S. 137 ff.

Digitized by Google

Ränder früher festgehalten als die Mitte, so entstehen aus den Wanderdünen die großen Parabeldünen, z. B. auf Jütland, die (umgekehrt als die Barchane) die Hohlseite nach der Windseite kehren. Wird der Bogen vom Wind durchrissen, so entwickeln sich aus ihnen die mit dem Wind streichenden Strichdünen.

Die jungen Dünenformen finden sich überall an jungen Anschwemmungsküsten; wo die Vertiefung des Meeresbodens durch die Brandung schon weiter vorgeschritten ist und die Küste wieder zurückschreitet, bilden sich durch fortgesetzte Sandzufuhr auch die späteren Formen, so an der ganzen Nordseeküste von Calais bis Skagen. Wo die Brandung schon den Sockel der Dünen angreift, kommen nur mehr die aufgesetzten Formen, Wander-, Parabel- und Strichdünen, vor, so namentlich in den „Landes", die zwischen sich große Strandseen, Etangs, aufdämmen.

Die litoralen Formengruppen erscheinen somit als Glieder einer Entwicklung, die von einer Urform ausgehen. Man kann daher unter der Voraussetzung eines konstanten Meeresniveaus einen marinen (oder besser litoralen) Zyklus darstellen[107], in dem das Relief des Landes zu Beginn der Entwicklung, die Struktur- und Lagerungsverhältnisse und alle die Züge der Gesteinsbeschaffenheit von Einfluß werden und der durch jede Hebung oder Senkung eine Unterbrechung erfährt. Als die beiden Hauptkategorien der Urküste ergeben sich dann die Hebungsküste, entstanden dadurch, daß ein Teil des Meeresbodens durch Hebung bloßgelegt wurde, und die Senkungsküste, durch Sinken des Landes entstanden. Jedoch ist bei diesen litoralen Vorgängen die Abgrenzung nach Stadien ziemlich willkürlich und es genügt, in der hier angedeuteten Weise von einem Entwicklungsgang zu sprechen, der von einer Urform ausgeht, die in jedem einzelnen Falle festzustellen ist.

Von Bedeutung ist noch die Frage, ob durch den Brandungsvorgang bei andauernder Senkung eine ganze Landmasse allmählich abgeschliffen werden kann, die dann durch eine Hebung als hochgelegene Rumpffläche erscheinen würde. Als erster hat Ramsay 1847 diese Möglichkeit erörtert; 1876 hat Richthofen diese

107) Gulliver, Shoreline Topography, Proceed. Americ. Acad. Arts and Scienc. XXXIV. 1899. Davis, „Erklärende Beschreibung" S. 462 ff.

Digitized by Google

Erklärung für die Rumpfflächen des nördlichen China angewendet. Theoretisch ist die Entstehung einer Rumpfebene durch marine Abrasion wohl denkbar. Es gibt aber auch Merkmale, die entscheiden lassen, ob marine oder subaërile Einebnungsflächen vorliegen. Jene müssen mit angrenzenden marinen Ablagerungen in Verbindung stehen und von solchen unmittelbar überlagert werden. Werden sie gehoben, so müssen sich auf ihnen epigenetische Täler ohne Anpassung an die weicheren Gesteine entwickeln. Auf gleichem Gestein müßte eine Abrasionsebene vollkommen eben, nicht wellig sein; Restberge müßten scharf umrandet, landeinwärts müßten zusammenhängende Kliffreihen erhalten sein. Alle diese Merkmale fehlen den meisten Rumpfflächen. Es sind daher sowohl diese als auch, wie sich aus überlagernden Kontinentalablagerungen ergibt, die Mehrzahl der fossilen Rumpfflächen durch subaërile Einebnung entstanden. Die marine Abrasion scheint es immer höchstens nur zur Bildung mehr oder weniger breiter Plattformen und zur Einebnung von Inseln gebracht zu haben. Das beste Beispiel ist die bis 50 km breite, durch eine junge Hebung zum Teil als Strandebene über den Meeresspiegel gehobene norwegische Plattform [108]), die landeinwärts von bis 300 m hohen Kliffen begrenzt und von zahlreichen felsigen Hügeln überragt wird, die zum Teil als Inseln („Schären") auftreten. Ihre Bildung ist jedenfalls älter als die letzte Vergletscherung.

3. Die Inseln und der Riffbau.

Die Inseln treten selten vereinzelt, sondern meist gesellig in Reihen oder in Haufen als sog. Archipele auf. Nach ihrer Lage lassen sie sich in *ozeanische*, aus der Tiefsee aufragende, in *Küsten-* und im Bereich des Kontinentalblocks gelegene *Kontinentalinseln* einteilen, die entweder durch Abtrennung vom Lande durch Senkung oder zerstörende Vorgänge als Inseln isoliert wurden oder ursprüngliche Inseln sind, die durch Aufschüttung, vulkanische Ereignisse oder den Riffbau entstanden. Die durchaus kleinen ozeanischen Inseln sind entweder vulkanische Inseln oder Korallenbauten. Erstere erscheinen je nach der Höhe, in welcher ein vom Meeresboden aufsteigender Vulkan vom

108) Reusch, Norges geol. Undersög. XIV. 1892/3; Högbom, Bull. Geol. Inst. Upsala XII, 1914.

Digitized by Google

Meeresniveau durchschnitten wird, kegel- oder ringförmig, je nach dem Alter und der Art des Vulkanismus als Vulkanskelett oder als tätiger Vulkan oder als tafelförmige Erhebung. Bemerkenswert ist, daß auf vielen von ihnen auch noch andere, meist sehr alte Gesteine vorkommen. Viele sind ganz ephemere Bildungen oder erliegen rasch der Zerstörung durch die Brandung, so daß die Zahl der submarinen vulkanischen Bänke und Pfeiler viel größer ist als die der vulkanischen Inseln. Die überwiegende Mehrzahl der ozeanischen Inseln aber sind Korallenbauten.

Die riffbauenden Korallentiere leben gesellig in Stöcken oder Kolonien, aber in sehr beschränkter geographischer Verbreitung. Sie kommen nur in den Meeren vor, deren Temperatur auch im kältesten Monat nicht unter 20° C sinkt, und gehen daher an den Ostufern der Kontinente weiter polwärts als an den vom kälteren Auftriebwasser betroffenen Westküsten. In vertikaler Richtung sind meist Tiefen von 60—80 m ihre untere Grenze, die aber für jede Gattung verschieden ist; die Zone des üppigsten Wachstums liegt in 5—20 m Tiefe. Ferner benötigen sie Salzwasser und genügende Nahrungszufuhr durch den Wellenschlag, meiden daher die Mündungen größerer Flüsse und schlammgetrübtes Wasser; endlich bevorzugen sie zu ihrer Ansiedlung eine feste, meist felsige Unterlage.

Die riffbildenden Korallen wachsen buschartig nach aufwärts und der Brandung entgegen; die Partie, die zuerst das Ebbeniveau erreicht, stirbt am frühesten ab, die anderen Teile wachsen nach der Seite weiter, so daß jeder Stock schirmartig auf einem schmalen Stiel aufragt. Mit ihnen zusammen leben noch andere Tiere, wie Krebse, Echinodermen und Muscheln, namentlich aber Foraminiferen und Kalkalgen, so daß an manchen Riffen Korallen nur zum kleinen Teile beteiligt sind, bisweilen sogar ganz fehlen; doch geben sie zumeist wenigstens das Gerüst ab. Die kalkigen Skelette der abgestorbenen Tiere und die von der Brandung losgebrochenen und zu Sand zerbröckelten Äste füllen und verkitten alle Poren und Hohlräume des Stockes, so daß schließlich die einzelnen Stöcke zu einem festen, felsigen Riff verwachsen; die Trümmer der seitlich vorgebauten und einbrechenden Partien bauen sich an der Außenseite in Schutthalden auf, auf der sich wieder Korallen ansiedeln, so daß das Riff auch aus früher größeren Tiefen

Digitized by Google

hinaus- und aufwächst. Auf diese Weise umzieht sich die Küste allmählich mit einem unmittelbar an das Land anschließenden Saumriff (Abb. 32) von oft großer Breite, etwas erhöhtem Außenrand und sehr steilem Außenabfall. Solche Riffe kommen an den tropischen Flachküsten von Ostafrika und Florida und an den Steilküsten Ostaustraliens, Neu-Kaledoniens und vieler pazifischer Inseln vor. Wo die Korallen krustenartig die seichten Bänke der Flachsee überziehen, kann man mit Penck von einem Krustenriff sprechen.

Indem durch Regen-, Fluß- und Meerwasser die inneren Teile des Riffes gelöst werden, während die Außenseite weiterwächst, bildet sich längs des Landes ein Rifkanal von wechselnder Breite; aus dem Saumriff wird ein Wallriff (Abb. 33). Ebenso wird bei sehr langsam vor sich gehender Hebung des Landes das Wachstum an der Außenseite noch weiter andauern können, während an der Innenseite ein Kanal durch Lösung und Brandung offen gehalten wird, so daß gleichfalls ein Wallriff entsteht. Oft gehen Saum- und Wallriffe ineinander über; denn es kann der Rifkanal von Rifftrümmern oder vom Lande her zugeschüttet werden. Wo aber der Kanal ungefähr ebenso tief oder tiefer ist als die Existenzgrenze der Korallen und der Außenrand des Riffes aus viel größeren Tiefen aufsteigt, muß eine Senkung des Landes erfolgt sein, der die Korallen entgegenarbeiten konnten. Dann wächst das Wallriff nach außen weiter und erhält sich als solches, während der Rifkanal an Breite und Tiefe zunimmt. Tatsächlich scheinen die meisten großen Wallriffe, so auch das große Australische Wallriff, das mit 2000 km Länge und 300—1800 m Breite 30—140 km vom Lande entfernt ist, an Senkungsküsten gebunden zu sein, worauf auch der gebuchtete Küstenverlauf hinweist.

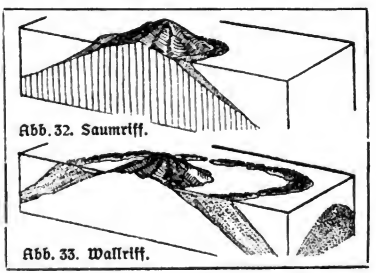

Abb. 32. Saumriff.

Abb. 33. Wallriff.

Bei rascher Hebung der Küste umziehen die Saumriffe als eine Terrasse die neue Küste. Oft sind infolge ruckweiser Hebung mehrere derartige Terrassen übereinan-

Digitized by Google

der angeordnet, z. B. auf den Antillen. Einer allzurasch vor sich gehenden Senkung vermögen die Korallen nicht entgegenzuarbeiten und ertrinken gleichsam. Manche Bänke des Ozeans, in denen sich noch einzelne Inseln mit lebenden Korallen bis zum Meeresspiegel erheben, scheinen derartige ertrunkene Riffe zu sein, z. B. die Chagos-Bank im Indischen Ozean.

In der Tiefsee kommen Riffe nur in der Form der Atolle vor; es sind das nach außen sehr steil abfallende Untiefen, die ganz oder teilweise von einem Kranz schmaler, niedriger Inseln umgeben sind, die eine seichte Lagune umschließen; diese entsteht dadurch, daß die äußeren Partien des Riffes zuerst den Meeresspiegel erreichen, während die inneren zurückbleiben. Die Größe der Atolle ist sehr verschieden; beim größten, Suadiva in den Malediven mit 2100 qkm, entfallen neun Zehntel auf die Lagune. Die Höhe der Insel beträgt etwa 2—3 m; oft aber liegt nur eine Untiefe mit wallartigem Rand vor. In anderen Fällen handelt es sich um gehobene Atolle mit leerer Lagune. Ein solches ist die 365 m hohe Christmas-Insel im Indischen Ozean, wo Riffkalk in mehreren Stufen einen vulkanischen Kern bedeckt. Zumeist sitzen die Atolle in großer Anzahl auf unterseeischen Rücken oder Plateaus auf und treten auch gemeinsam mit vulkanischen Inseln oder solchen aus altem Gestein auf (Viti- und Salomonsinseln), während andere Inselgruppen nur aus Atollen bestehen (Lakkediven, Malediven, Chagos- und Keelingsinseln, die zentralpolynesischen Inseln zwischen den Paumotu, Sandwich- und Ladroneninseln).

Die Darwinsche Theorie der Korallenriffe[109]) bringt Saum- und Wallriffe und Atolle in eine genetische Verbindung. Nach ihr entstand jedes Atoll als ein Saumriff um eine Insel, aus dem sich bei andauerndem Steigen des Meeresspiegels zuerst ein Wallriff und, indem die Insel gänzlich untertaucht, aber die Korallen der Senkung entgegenarbeiten können, ein Atoll entwickelt. Statt einer Insel kann auch ein submariner Pfeiler die Basis gebildet haben, wobei dann die ersten Stadien entfallen. Dieser Theorie ist günstig das ausschließliche Herrschen der Atollform auf sehr weiten Flächen, die sehr steilen Außenabfälle zu sehr bedeutenden

109) Über den Bau u. die Verbreitung der Korallenriffe (D. Ausgabe J. Carus, Stuttgart, 1867).

Digitized by Google

Tiefen und die 90 m nie übersteigende Tiefe der Lagune. Die weite Verbreitung gehobener Atolle und Küstenriffe im mittleren Polynesien und im westlichen Indischen Ozean kann durch eine der Senkung folgende Hebungsperiode mit wechselnden Beträgen oder mehrere solche Perioden erklärt werden. Die wichtigste Frage aber ist die nach der Mächtigkeit der Riffe und sie konnte nur durch Bohrungen entschieden werden. Diese wurden in den letzten Jahren mehrfach ausgeführt, aber mit verschiedenen Ergebnissen, so daß man zwischen tiefen und seichten Riffen unterscheiden muß. Für Funafuti in der Ellicegruppe ergaben die Bohrungen von Solas und David vorwiegend festen Korallenfels bis 334 m, so daß für sie und die benachbarten Gruppen die Darwinsche Theorie vollkommen gültig ist. Bei anderen tiefen Riffen liegt nach Agassiz[110]) eine obere Schicht rezenten Riffkalkes von geringer Mächtigkeit über einem wesentlich älteren; beide Riffperioden waren durch eine Hebung getrennt, während welcher das ältere Riff von der Brandung abradiert wurde. Auf sehr vielen Inseln wurde nur eine geringe Mächtigkeit des Riffkalkes festgestellt; bei manchen im Indischen Ozean bildet der Korallenkalk nur eine dünne Rinde über einem im übrigen aus Kalkalgen bestehenden Riff[111]), auf den Bermudas- und Bahamainseln überkleidet er einen aus alten Dünen entstandenen Sandstein. Die Darwinsche Senkungstheorie gilt also nur für die tiefen und einheitlichen Korallenbauten und damit ist auch die Annahme einer allgemeinen und gleichzeitigen positiven Strandverschiebung in junger geologischer Vergangenheit von 1—200 m, der örtlich wieder eine Hebung gefolgt sei, zum mindesten unwahrscheinlich. Die Riffuntersuchungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß im Pazifischen Ozean Hebungen und Senkungen mehrfach wechselten und fast jede Atollgruppe ihre eigene Geschichte hat.[112]) Daher hat auch die Theorie von Agassiz keine allgemeine Gültigkeit, wonach die Atolle aus älteren Inseln, die durch die Brandung gänzlich abradiert worden waren, hervorgingen. Sie ist wohl anwendbar für Westindien und einige pazifische Gruppen, aber nicht für die tiefen Riffe vom

110) Bull. Mus. Comp. Zool. Cambridge 1894, 1896 und 1899.
111) Doelter, Sitz.-Ber. d. preuß. Akad. d. Wiss. 1906.
112) Langenbeck, Der gegenwärtige Stand der Korallenriffrage, Geogr. Z. 1907.

Digitized by Google

Typus Funafuti, zu dem nach ihrer völligen Analogie auch die Union-, Phönix-, Gilbert- und Marshallinseln und die Karolinen gehören und für deren Entstehung nur andauernde Senkung im Sinne von Darwin in Betracht kommt. Dasselbe gilt vom Barrièreriff im Bismarckarchipel, wahrscheinlich auch für die Malediven und Lakkediven und das australische Wallriff. Es lassen sich also auch hier wie überall in der Natur die Tatsachen nicht durch ein einfaches Schema erklären.

Empfehlenswerte Literatur.

Außer den im Texte genannten Einzeldarstellungen sei auf folgende Handbücher besonders hingewiesen:

F. v. Richthofen, Führer für Forschungsreisende, Berlin 1886.
De la Noë et E. de Margerie, Les formes du terrain, Paris 1888.
A. Penck, Morphologie der Erdoberfläche, 2 Bde., Stuttgart 1894.
E. Brückner, Die feste Erdrinde und ihre Formen, Wien u. Leipzig 1897.
S. Passarge, Physiologische Morphologie, Hamburg 1912.
W. M. Davis, Die erklärende Beschreibung der Landformen, Leipzig 1912.
J. Walther, Das Gesetz der Wüstenbildung, 2. Aufl. Leipzig 1912.
E. de Martonne, Traité de géographie physique, 2. Aufl., Paris 1913.
Handbuch der geographischen Wissenschaft, hsgg von O. Kende, 1. Teil. Allgem. Erdkunde. Abschn. VII. J. Sölch: Die Formen der Erdoberfläche, 1914.
W. M. Davis und G. Braun, Grundzüge der Physiogeographie, 2. Aufl. II. Morphologie, Leipzig 1915.
A. Supan, Grundzüge der physischen Erdkunde, 6. Aufl., Leipzig 1916.

Digitized by Google

Erklärung fremdsprachiger Fachausdrücke.

Abrasion (abradere abschaben) Abtragung durch die Brandung
abyssisch die größten Tiefen betreffend
Akkumulation (cumulus Haufen) Anhäufung
Aktisch steil
allochthon (allos anderer, chthon Boden) aus anderem Lande stammend
alluvial (luere spülen) angeschwemmt
anaklinal gegen das Schichtfallen sich abdachend
antezedent vorausgehend
äolisch (Aeolus Gott der Winde) durch den Wind bestimmt
arid trocken
Ästuar Mündungstrichter
bathygraphisch (bathos Tiefe) Tiefen darstellend
Bifurkation (furca Gabel) Gabelung
Deflation (flare wehen) Abwehung
Denudation (nudus nackt) Entblößung
Depression, unter dem Meeresniveau gelegenes Gebiet
Desquamation (squama Schuppe) Abschuppung
Diffluenz (fluere fließen) Auseinanderfließen
Diffusion (fundere gießen) allmähliche Mischung
disjunktiv (jungere verknüpfen) auseinanderreißend, zerrend
diskordant, nichtübereinstimmend
Dislokation, Störung der ursprünglichen Lagerung
Doline, slav: Loch, Grube, Tal
Effloreszenz (flos Blüte) Ausblühung
eluvial ausgeschwemmt
endemisch (demos Volk) im Lande heimisch
endogen, innenbürtig
epigenetisch, aufgelegt, auf einer Fläche entstanden
epirogenetisch (epeiros Festland) festlandsbildend
Epizentrum, der über dem Zentrum oder Herd (des Erdbebens) gelegene Punkt
Erosion (rodere nagen) Ausnagung
eustatisch, in gutem Gleichgewicht befindlich
Evorsion, Ausstrudelung
exogen, außenbürtig
Fennoskandia, gemeinsame Bezeichnung für Skandinavien und Finnland
Flexur, Abbiegung
fluviatil, zum Flusse gehörig, durch Flüsse geschaffen
fluvioglazial, zu Schmelzwasserflüssen gehörig
Geoantiklinale, Erdaufwölbung
Geomorphologie, Lehre von den Formen der Erdoberfläche
Geosynklinale, Erdeinbiegung
glazial (glacies Eis) mit dem Eise zusammenhängend
habituell, gewohnheitsmäßig
homogen, gleichgeartet
humid, feucht
hypsographisch (hypsos hoch) Höhenverhältnisse darstellend
impermeabel, undurchlässig
Ingression, Eingriff, Eindringen
insequent, nicht folgend

Digitized by Google

Insolation (sol Sonne) Besonnung
Interferenz (interferre dazwischentragen) Zusammentreffen
interglazial, zwischeneiszeitlich
Inversion (vertere kehren) Umkehrung
Isanabasen (isos gleich, bainein steigen) Linien, die Punkte gleicher Hebung verbinden
Isobathen (bathos Tiefe) Linien, die Punkte gleicher Tiefe verbinden
Isohypsen (hypsos hoch) Linien, die Punkte gleicher Höhe verbinden
Kapillarnetz (capilla Haar) Haarspaltennetz
kataklinal (klinein neigen) mit dem Schichtfallen sich abdachend
kolluvial, zusammengeschwemmt
Konfluenz, Zusammenfluß
konkordant, übereinstimmend
konsequent (sequi folgen) mitfolgend
Korrosion (rodere nagen) Benagung
labial (labium Lippe) aus Spalten kommend
Lakkolith (Zisternensteine) in der Tiefe erstarrte glutflüssige Massen
litoral (litus Küste) zur Küste gehörig
marin (mare Meer) zum Meere gehörig
Mäander, nach dem gleichnamigen Fluß in Kleinasien benannte Flußwindungen
Meseta (span.: Tafel) das Tafelland im Innern Spaniens
monogenetisch, einheitlich entstanden
Morphologie, Formenlehre
nitrifizierend, Stickstoff umwandelnd (in Ammoniak und Salpetersäure)
obsequent, entgegengerichtet
orogenetisch (oros Berg) gebirgsbildend
Oszillation, Schwankung
Paläogeographie (palaios alt) Lehre von der Verteilung von Land und Meer in früheren Perioden
permeabel, durchlässig
Pluvialperiode (pluvius Regen) regenreichere Periode
Polje slav.: Feld, Becken
polygen, mehrfach entstanden
postglazial, nacheiszeitlich
präglazial, voreiszeitlich
Regression (gredi treten) Zurückschreiten
resequent, abermals folgend
Sedimentation (sedere sitzen) Absatz, Ablagerung
selektiv (selegere auswählen) auswählend
Solifluktion (solium Boden, fluere fließen) Bodenfluß
Stratovulkan, Schichtvulkan
Struktur (struere bauen) Verbandart, Aufbau der Gestirne
subaëril (aër Luft) unter freier Luft entstanden
subglazial (glacies Eis) unter dem Eise entstanden
submarin (mare Meer) unter dem Meere entstanden
subnival (nix Schnee) unter dem Schnee entstanden
subsequent, nachfolgend
Textur (tectere spinnen) Anordnung der Gesteinsbestandteile
Transfluenz (transfluere auseinanderfließen) Auseinanderfluß (des Eisstromes)
Transgression (transgredi überschreiten) Überschreiten, Übergreifen des Meeres
Tschernosjom, russ.: Schwarzer Boden
Virgation (virga Rute) rutenförmige Gabelung von Gebirgsketten
zerophil (xeros trocken, philos Freund) Trockenheit liebend
Zyklus, Kreislauf.

Digitized by Google

Sachregister.

Abdachungsflüsse 48
Abflußlosigkeit 93
Abrasion 111
Abrasionsebenen 119
Abspülung 20, 31 ff.
Abtragung 20
Abyssische Region 8
Akkumulation 20, 34 ff.
Aktische Stufe 8
Altwasser 39
Antiklinale 12
Antiklinalkamm 70
Antiklinaltal 47, 70
Antezedente Flüsse 49
Anzapfung 45
Äolische Aufschüttung 97 ff.
Arides Klima 93
Aschenkegel 17, 79
Ästuar 115
Asymmetrie der Talgehänge 50
Atoll 122
Au 39
Auenebenen 40
Aufschüttung 34, 37 ff.
Ausgleichküsten 108
Auslieger 59

Badland-Erosion 31
Barchane 98
Barrancos 79
Barre 114, 115
Bergsturz 30
Bifurkation 38
Blinde Täler 75
Blockgipfel 26
Blockmeer 26
Boddenküste 109
Bodenarten 24 ff.
Bodenbildung 22 ff.
Bodenfluß 28
Bodenversetzung 20, 29
Bolson 33
Brandung 110
Brüche 11
Bruchlinienstufe 66
Bruchstufe 11, 65
Bruchtäler 47
Buchten 108 ff.

Caldera 18
Canali 109
Cañon 42
Chemische Verwitterung 20, 23 ff.
Cockpit-Landschaft 77
Cuesta 58

Deckschollen 12
Deflation 96
Delta 116
Denudation 20, 31 ff.
Denudationsniveau 22
Depressionen 102
Desquamation 93
Diffluenz, glaziale 90
Disharmonische Formen 21
Dislokationen 11,
— disjunktive 12
Dislokationsbeben 19
Dolinen 74
Drumlins 83
Dünen 98, 117
Dünenlandschaft 101
Durchbruchstäler 48

Ebenen 35
Efflorescenz 25
Eisstauseen 84
Eluvialboden 25
Endmoränen 83
Epirogenetische Bewegungen 11, 13 ff.
Epigenetische Täler 48
Erdbeben 11, 18 ff.
Erdpyramiden 31 ff.
Ergußtafelland 56
Erosion 20, 34 ff.
Erosionsbasis 35
Eruptionstypen 16
Evorsion 35

Faltenland 12
Faltenrumpf 73
Faltung 11
Fastebene 52
Felssturz 30
Felsterrasse 43
Felswüste 100
Festland 6
Fjärde 109
Fjorde 108
Flächenspülung 33
Flachküste 107
Flachlandwüste 100
Flachsee 8
Flexur 13
Flußverlegungen 44 ff.
Flußverschiebungen 38 ff.
Folgeformen 51
Folgeflüsse 46
Föhrde 109
Frana 30
Frostverwitterung 23

Gabelung d. Flüsse 58
Gänge, vulkanische 17
Gangkuppen 79
Gebuchtete Küsten 108 ff.

Digitized by Google

Gefällskurve 35
Gegenflüsse 46
Gehängeschutt 28
Gekriech 28
Geologische Orgeln 24
Gezeitendelta 113
Gezeitenströme 114
Gipfelformen 26
Gipfelhöhe, Konstanz der 63
Glatte Küsten 108
Glazialerosion 80 ff.
Glaziale Wannen 90 ff.
Gleithang 42
Gletscherschliff 80
Graben 12
Grabentäler 47
Grassteppe 99
Gratformen 26
Grundmoränenlandschaft 82

Haff 114
Haken 114
Halbwüste 99
Halskuppen 79
Hamada 100
Hängetäler 51
Härtling 53
Hebungen 13 ff.
Hochgebirge 61, 64
Hochgebirgsformen 62
Hochland 8
Hochseen 86
Höhlen 74
Homogene Vulkane 17
Horst 12
Horstgebirge 65
Hügelland 55
Humus 24
Hypsographische Kurve 7

Ingressionsmeer 8
Inlandeis 81
Inseln 6, 119
Inselberge 96
Inselberglandschaft 96
Insequente Flüsse 46
Inversion des Reliefs 70
Isanabasen 14

Kalkkrusten 25
Kammgebirge 61
Kar 84 ff.
Karling 85
Karterrasse 86
Kartreppe 85
Karren 33
Karseen 86
Karstlandschaft 74
Karstphänomen 74
Keilscholle 65
Kerbtäler 42
Kettengebirge 61
Kieswüste 100
Klamm 42
Kliff 110
Klippenbrandung 110
Klima, Einfluß auf die Abtragung 21
Konfluenzstufen 90
Konsequente Flüsse 46
Kontinentalblock 6
Kontinentalböschung 8
Kontinentalinseln 119
Kontinentaltafel 8
Kontinente 6
Koralleninseln 120
Korallenriffe 120 ff.
Korrosion 20
Krater 17
Kriechbewegungen 28
Krustenriff 121
Kryptovulkanische Ersch. 16
Kuppengebirge 61
Kupstendünen 117
Küstendünen 117
Küstenebenen 55
Küstenversetzung 113
Kustentypen 107

Lagune 112
Lakkolithen 16
Landstufe 58
Längstäler 47
Laterit 24
Lavadecken 17, 18
Lavavulkane 17
Lehmwüste 100
Lido 112
Limane 114
Litorale Formen 54, 110
Löß 97

Maare 16
Mäander 38 ff.
Magma 16
Massengebirge 61
Massive 68
Mechanische Verwitterung 20, 22 ff.
Meeresbalde 110
Meeresniveau, Schwankungen des 13 ff.
Mesas 56
Mittelgebirge 61
Mittellauf 36
Mittelmeer 6
Monadnocks 53
Moränenlandschaft 82
Moränenseen 83
Mosor 53
Mulde (geolog.) 12
Muldentäler 43
Muren 32

Nachfolgeflüsse 46
Nebenmeere 6
Nehrung 114
Niveauveränderungen 10 ff., 19
Normaler Zyklus 54

Oberlauf 36
Obsequente Flüsse 46
Ooser 83
Orogenetische Bewegungen 11 ff.
Ozeanische Inseln 119

Parabeldünen 118
Peneplain 52
Perstypp 114
Permanenz d. Ozeane u. Kontinente 9

Digitized by Google

Pilzfelsen 96
Plateau 55
Platte 41
Plattform 110
Plana 95
Pluvialperiode 106
Podsol 25
Poljen 75
Ponore 76
Polygene Vulkane 17
Polygonboden 28
Prallhang 42

Quellkuppen 17
Quelltrichter 41
Quertäler 47

Racheln 31
Randmeere 6
Randseen, alpine 90
Resequente Flüsse 46
Reste berge 53
Rios 109
Riesentöpfe 35
Riff 112
Riffbau 120
Rückenformen 28
Rumpffläche 52
Rumpfschollengebirge 64
Rundhöcker 82
Rutschungen 29

Salzseen 95
Salzsteppe 25, 99
Salztonebenen 95
Sandablagerung 98
Sande 83
Sandriff 112
Sandwüste 100
Sattel (geolog.) 12
Sauglöcher 76
Saumriff 121
Schären 119
Scheef 8
Schichtflut 33
Schichtstufen 59
Schichttafelland 55
Schliffbord 87
Schliffgrenze 86
Schliffkehle 86
Schollengebirge 62, 64 ff.
Schollenland 12
Schrotten 33
Schutthalden 27
Schuttkegel 41
Schuttströme 27
Schwarzerde 25
Schwellen 61
Sebcha 95
Senkungen 13 ff.
Senkungsfeld 12
Skulpturformen 10
Sölle 84
Sohlentäler 43
Solifluktion 28
Somma 18
Spaltenfrost 23
Sserir 100
Staffelbruch 12
Staubablagerung 97
Steilküste 107
Strand 107
Strandbrandung 110
Strandterrassen 14
Strandverschiebung 13 ff.
Strandwall 112
Stratovulkan 17
Stromebenen 40
Stromschnellen 36
Strukturboden 28
Strukturformen 10
Stufen 58
Stufenbau d. Täler 36, 98
Stufenlandschaft 59 ff.
Subsequente Flüsse 46
Synklinaltäler 47

Tafelberg 26, 56
Tafelland 56
Tafoni 26
Takyr 95
Talau 42
Talbildung 41 ff.
Talstufen 36, 89
Taltrog 87
Tektonische Beben 19
Tektonische Bewegungen 11
Tektonische Täler 47
Terra rossa 25
Terrassen 31, 43 ff.
Tiefland 8
Tief 113
Tiefseetafel 8
Transfluenz 90
Transgressionsmeere 8
Trockentäler 75
Trockenwannen 101
Trogschluß 87
Trogschulter 87
Trogtäler 87
Tschemosjom 25
Tuffe 16

Überschiebung 11 ff.
Übertiefung 87
Umlaufberg 43
Unterjochte Gebirge 64
Unterlauf 35
Urformen 51
Ursprüngliche Flüsse 46

Valloni 109
Verbiegung 13
Vertikale Gliederung 62
Verwerfung 11
Verwilderung (d. Ströme) 40
Verwitterung 20, 22 ff.
Verwitterungsformen 26
Virgation 68
Vulkanische Erscheinungen 16 ff.
— Formen 17
— Inseln 119

Wadis 94
Wallriff 121
Wanderdüne 117
Wasserfälle 36
Wildbäche 41
Windkanter 96
Wölbungsgebirge 73
Wüstenrinde 93
Wüstentypen 99

Zerrungsbrüche 12
Zungenbecken 83
Zyklustehre 50 ff.

Digitized by Google

Allgemeine Erdkunde. 8 Bände. (ANuG Bd. 625—632.) Jeder Band mit Abbildungen. Geheftet je M. 1.20, gebunden je . . . . . M. 1.50

I. Bd.: **Die Erde, ihre Bewegungen und ihre Eigenschaften** (math. Geographie und Geonomie). Von Admiralitätsrat Prof. Dr. E. Kohlschütter. (Bd. 625.) II. Bd.: **Die Atmosphäre der Erde** (Klimatologie, Meteorologie). Von Prof. O. Baschin. (Bd. 626.) III. Bd.: **Geomorphologie.** Von Prof. F. Machatschek. (Bd. 627.) IV. Bd.: **Physiogeographie des Süßwassers.** Von Prof. F. Machatschek. (Bd. 628.) V. Bd.: **Die Meere.** Von Prof. Dr. A. Merz. (Bd. 629.) VI. Bd.: **Die Verbreitung der Pflanzen.** Von Dr. Brockmann-Jerosch. (Bd. 630.) VII. Bd.: **Die Verbreitung der Tiere.** Von Dr. W. Knopfli. (Bd. 631.) VIII. Bd.: **Die Verbreitung des Menschen auf der Erdoberfläche.** (Anthropogeographie). Von Prof. Dr. N. Krebs. (Bd. 632.)

Allgemeine Geologie. Von Geh. Bergrat Professor Dr. Fr. Frech. 6 Bände. (ANuG Bd. 207—211, 61.) 3. Aufl. Jeder Band mit zahlreichen Abb. Geh. je M. 1.20, geb. je M. 1.50. Alle 6 Bände in 1 Band gebunden . . . M. 9.—

I. Bd.: **Vulkane einst und jetzt.** II. Bd.: **Gebirgsbau und Erdbeben.** III. Bd.: **Die Arbeit des fließenden Wassers.** Eine Einleitung in die physikalische Geologie. IV. Bd.: **Die Bodenbildung, Mittelgebirgsformen und Arbeit des Ozeans.** V. Bd.: **Steinkohle, Wüsten und Klima der Vorzeit.** VI. Bd.: **Gletscher einst und jetzt.**

„Unter den vielen Versuchen, die bisher unternommen worden sind, die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung weiteren Kreisen zukommen zu lassen, dürfen die Arbeiten von Prof. Frech in dieser Hinsicht als geradezu mustergültig bezeichnet werden. Das Werk erfüllt ganz und gar seinen Zweck und ist aufs wärmste zu empfehlen." (Wissen für Alle.)

Lehrbuch der Geologie und Mineralogie für höhere Schulen. Von Prof. Dr. P. Wagner. **Große Ausgabe** für Realgymnasien und Oberrealschulen sowie zum Selbstunterricht. 6. Aufl. Mit 322 Abb. und 4 Tafeln. Geb. M 3.— **Kleine Ausgabe** für Realschulen u. Seminare. 4. u. 5. Aufl. Mit 271 Abbildungen und 3 Farbentafeln. Geb. . . . . M. 2.40

Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. I. Teil Das Gebiet zwischen Elbe und Oder. Von Dr. E. Wunderlich. Geh. M. 5.20

Geologisches Wanderbuch. Von Dir. Prof. Dr. K. G. Volk. I. Teil. Mit 169 Abbildungen. M. 4.—. II. Teil. Mit 269 Abbildungen . . . M. 4.40

„Der bekannte Verfasser hat hier mit viel Geschick ein Buch für junge Geologen geschaffen, an dem man seine helle Freude haben muß. Nach grundlegenden Beobachtungen und Experimenten in Heimatflur und Studierstübchen durchwandert er mit uns die deutschen Mittelgebirge, und zwar so, daß er uns dabei ein anschauliches Bild von der geologischen Entwicklung unseres Vaterlandes vor die Seele zaubert." (Thüringer Lehrerzeitung.)

Geographisches Wanderbuch. Von Dr. Alfred Berg. 2. Aufl. Mit 211 Abbildungen im Text. Geb. . . . . M. 4.40

„Geographisches Arbeiten im Gelände in ihrer ganzen Vielseitigkeit: Messen und Beobachten Zeichnen und Photographieren, Kartenlesen und Krokieren, Entwerfen von Reliefs und Panoramen Orientieren und Signalisieren, das Studium von Wind und Wetter, Bach und Fluß, des Pflanzen- und Tierlebens, endlich des Menschen und seiner Werke — das alles behandelt das Buch. Die geschickte Auswahl des Stoffes, die Fülle des Inhalts und die reizvolle klare Darstellung verdienen in gleichem Maße Anerkennung." (Geographische Zeitschrift.)

Lehrbuch der Paläozoologie. Von Professor Dr. E. Stromer von Reichenbach. 2 Teile. I. Teil: Wirbellose Tiere. Mit 398 Abbildungen. II. Teil: Wirbeltiere. Mit 234 Abbildungen. Gebunden je . . M. 10.—

„Nach diesem Werk bestand ein wahres Bedürfnis.... Als besondere Vorzüge möchte ich rühmen, daß es von den lebenden Formen zu den fossilen vorschreitet und keine besonderen geologischen Kenntnisse voraussetzt. Dadurch wird es für den Tierkundigen besonders wertvoll, während es dem Geologen den Vorteil bietet, daß darin viel mehr auf Verhältnisse im Bau der Tiere eingegangen wird, als der Geologe für seine Zwecke sonst in Lehrbüchern der Zoologie findet.... Die illustrative Ausstattung ist ganz hervorragend...." (Die Natur.)

Auf sämtliche Preise Teuerungszuschläge des Verlages und der Buchhandlungen

Digitized by Google

Grundzüge der Physiogeographie. Von Prof. W. M. Davis und Prof. Dr. G. Braun 2. Auflage. In 2 Teilen. Gebunden.

I. Teil: **Grundlagen u. Methodik z. Gebrauch b. Studium u. auf Exkursionen.** Von G. Braun. 2. Aufl. Mit 89 Abb., 1 Taf. u. Hilfstab. 8. 1917. Geb. ℳ 6.—

II. Teil: **Morphologie.** Zum Gebrauch beim Studium und auf Exkursionen. Von W. M. Davis u. G. Braun. 2. Aufl. Mit 94 Abb. u. 1 Taf. 8. 1915. Geb. ℳ 5.—

„... Niemals irren die Verfasser in eine schwer verständliche Darstellungsweise ab. Ihre Erörterungen bleiben immer knapp und doch leicht faßlich. Alle Kapitel werden durch Bilder, Zeichnungen, Karten, Tabellen u. a. unterstützt. Besonders begrüßenswert ist es auch, daß jedem Kapitel eine sorgfältige Angabe der einschlägigen Literatur, auch der bezüglichen Karten und Kartenwerke, angeschlossen ist. Schon allein diese Literaturangaben lassen das Werk ein treffliches Hilfsbuch für jeden Geographen werden." (Zeitschr. f. d. Realschulw.)

Als Ergänzung zu obigem Werk ist erschienen:

Praktische Übungen in physischer Geographie. Von Prof. W. M. Davis. Übertragen und neu bearbeitet von Prof. Dr. K. Oestreich. Atlas mit 38 Tafeln. 4. 1918. Kart. ℳ 3.80. Textheft. gr. 8. 1918. Kart. . . . . ℳ 2.80

Inhalt: Die Täler des Festlandes. Die Küstenebene. Die Täler in der Küstenebene. Tafelländer und Kanons. Skulptur der Gebirge. Vulkane und Lavaströme. Der Zyklus der Flüsse, Wasserfälle, Stromschnellen und ausgeglichene Flußläufe. Der Zyklus der Flüsse, Brücken, Täler und Ablenkung.

Eine geographische Studienreise durch das westliche Europa. Von W. Hanns, A. Rühl, H. Spethmann, H. Waldbaur. M. Einleit. v. Prof. W. M. Davis. Hrsg. v. Verein d. Geogr. d. Univ. Leipzig. M. 37 Abb. gr. 8. 1913. Steif geh. ℳ 2.40

Das vorliegende Buch gibt in der Form einer anziehenden Reisebeschreibung eine Anwendung der Davisschen Methoden auf praktische Beispiele aus den verschiedensten Gebieten Westeuropas. Zunächst legt Davis selbst, der Leiter dieser Studienreise, nochmals einige seiner wissenschaftlichen Grundanschauungen dar. Dann schildert H. Waldbaur das Snowdongebiet in Wales, H. Spethmann den auf Cornwall fallenden Teil der Exkursion, hierauf führt uns A. Rühl von der Insel Jersey nach der Bretagne, und zuletzt entrollt uns W. Hanns im Haslital das großartige Bild einer typischen Gletscherlandschaft.

Die erklärende Beschreibung der Landformen. Von Prof. W. M. Davis. Deutsch bearb. v. Prof. Dr. A. Rühl. Mit 212 Abb. u. 13 Taf. gr. 8. 1912. Geb. ℳ 12.—

„. . . Der Gang seiner wissenschaftlichen Darstellung ist ein ruhiger, völlig sachlicher, und die Sprache, in die Davis seine geographischen Wanderbilder einkleidet, ist eine durch ihre schöne Klarheit ungemein wohltuende und anregende. Das sehr große Tatsachenmaterial ist vortrefflich durchgearbeitet und gesichtet, so daß es den Leser nicht erdrückt. Wo es für das Verständnis förderlich war, sind veranschaulichende landschaftliche Aufrisse und Darstellungen dem Texte beigegeben, auch hier hat sich der Verfasser einer weisen Maßhaltung befleißigt." (Berliner Tageblatt.)

Geographische Zeitschrift. Herausgegeben von Professor Dr. Alfred Hettner. XXIV. Jahrgang. 1918. Jährlich 12 Hefte. Halbjährlich ℳ 10.—

Die „Geographische Zeitschrift" stellt sich die Aufgabe, die Fortschritte des geographischen Wissens und die Veränderungen der geographischen Zustände in übersichtlicher Weise zusammenzufassen und zu allgemeiner Kenntnis zu bringen. Sie enthält 1. Untersuchungen über wichtige Probleme aus allen Teilen der Geographie und aus ihren Hilfs- und Nachbarwissenschaften; 2. Charakteristiken einzelner Erdräume; 3. Übersichten und Erörterungen der Veränderungen geographischer Zustände, besonders der Veränderungen der politischen Geographie, der Bewegung der Bevölkerung, der Entwicklung des Verkehrs und der wirtschaftlichen Verhältnisse; 4. Besprechungen wichtiger Fragen aus der Methodik der geographischen Forschung und des geographischen Unterrichts. Außerdem enthält jedes Heft zahlreiche kleine Mitteilungen und eine Fülle von Neuigkeiten und Bücherbesprechungen aus allen Teilen der Geographie sowie regelmäßige Inhaltsangaben der wichtigeren geographischen Zeitschriften.

Register zu den Jahrgängen I—X (1895—1904) bearb. von F. Thorbecke. 1909. Geh. ℳ 5.—
Register zu den Jahrgängen XI—XX (1905—1914) bearb. von D. Häberle. 1915. Geh. ℳ 6.80

Auf sämtliche Preise Teuerungszuschläge des Verlages und der Buchhandlungen

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Digitized by Google

Geographische Abhandlungen

Herausgegeben von Prof. Dr. **Albrecht Penck** in Berlin

In zwanglosen Bänden (zum Preise von etwa M. 20.— bzw. Heften. Mit vielen Abbildungen, Karten und Plänen. gr. 8. Geh.

I, 1: **E. Brückner**, die Vergletscherung d. Salzachgebietes. 1886. n. ℳ 9.—
I, 2: **L. Neumann**, Orometrie des Schwarzwaldes. 1886 . . . n. ℳ 3.—
I, 3: **A. Böhm**, Einteilung der Ostalpen. 1887 . . . . . n. ℳ 8.—
II, 1: **W. Geiger**, die Pamir-Gebiete. 1887. . . . . n. ℳ 8.—
II, 2: **J. Hann**, Verteil. d. Luftdr. üb. Mittel- u. Südeuropa. 1887 n. ℳ 12.—
II, 3: **J. Soyka**, die Schwankungen des Grundwassers. 1888. n. ℳ 3.—
III, 1: **W. Sievers**, die Cordillere von Merida. 1888 . . . . . n. ℳ 12.—
III, 2: **S. Günther**, Joh. Kepler und der tellurisch-kosmische Magnetismus. 1888 . . . . . n. ℳ 3.—
III, 3: **A. Woeikof**, der Einfluß einer Schneedecke auf Boden, Klima und Wetter. 1889. . . . . n. ℳ 6.—
IV, 1: **K. Kretschmer**, die physische Erdkunde i. Mittelalter. 1889. n. ℳ 5.—
IV, 2: **E. Brückner**, Klimaschwankungen seit 1700. 1890 . . n. ℳ 15.—
V, 1: **Arbeiten des geogr. Inst. der k. k. Universität Wien.** 1891. n. ℳ 5.—

Sonderabdrucke aus Band V, Heft 1:

F. Heiderich, d. mittl. Erhebungsverhältn. d. Erdoberfl. 1891 n. ℳ 2.—
L. Kurowski, die Höhe der Schneegrenze. 1891 . . . n. ℳ 1.80
A. Swarowsky, die Eisverhältnisse der Donau. 1891 . n. ℳ 2.—
V, 2: **J. Partsch**, Philipp Cluver. 1891 . . . . . n. ℳ 2.—
V, 3: **J. Cvijić**, das Karstphänomen. 1893. [Als Einzelheft vergr.] n. ℳ 4.—
V, 4: **A. Forster**, d. Temperat. fließend. Gewäss. Mitteleurop. 94 n. ℳ 4.—
V, 5: **V. Ruvarac**, die Abfluß- und Niederschlagsverhältnisse von Böhmen, nebst **A. Penck**, Untersuchungen über Verdunstung und Abfluß von größeren Landflächen. 1896 n. ℳ 5.—
VI, **Atlas der österreichischen Alpenseen.**
1. Lfg. **J. Müllner**, d. Seen d. Salzkammergutes. 1896. [Vergr.] n. ℳ 8.50
2. Lfg. **E. Richter**, Seen von Kärnten, Krain u. Südtirol. 1897 n. ℳ 8.50
VI, 1: **J. Müllner**, d. Seen d. Salzkammerg. u. d. österr. Traun. 96 n. ℳ 6.50
VI, 2: **E. Richter**, Seenstudien. 1897 . . . . . n. ℳ 4.20
VI, 3: **A. Penck**, Friedrich Simony. 1898 . . . . . n. ℳ 12.—
VII, 1: **J. Müllner**, die Seen am Reschen-Scheideck. 1900 . . n. ℳ 3.—
VII, 2: **J. Müllner**, die Vereisung der österreichischen Alpenseen in den Wintern 1894/95 bis 1900/01. 1903 . . . . . n. ℳ 2.40
VII, 3: **A. Grund**, die Karsthydrographie. Studien aus Westbosnien. 1903 . . . . . n. ℳ 6.80
VII, 4: **P. Vujević**, die Theiß. Eine potamologische Studie. 1906 n. ℳ 4.—
VIII, 1: **A. Grund**, die Veränderungen der Topographie im Wiener Walde und Wiener Becken. 1901 . . . . . n. ℳ 10.—
VIII, 2: **N. Krebs**, die nörd. Alpen zw. Enns, Traisen u. Mürz. 1903 n. ℳ 4.—
VIII, 3: **H. Hassinger**, geomorphologische Studien aus dem inneralpinen Wiener Becken und seinem Randgebirge. 1905 n. ℳ 8.—
IX, 1: **G. Götzinger**, Beitr. z. Entsteh. d. Bergrückenform. 1907 n. ℳ 6.—
IX, 2: **N. Krebs**, die Halbinsel Istrien. Landeskundl. Studie. 1907 n. ℳ 6.—
IX, 3: **A. Grund**, Beitr. z. Morphol. d. Dinarisch. Gebirges. 1910 n. ℳ 8.—
X, 1: **P. Gröber**, der südliche Tien-Schan. 1914 . . . . . n. ℳ 10.—
X, 2: **L. Berg**, d. Probl. d. Klimaänderung i. geschichtl. Zeit. 1914 n. ℳ 3.60

——— Neue Folge. Veröffentlichungen des Geographischen Instituts an der Universität Berlin. gr. 8. geh.

1. **H. Lautensach**, die Übertiefung des Tessingebietes. 1912 n. ℳ 6.—
2. A. **v. Reinhard**, Beitr. z. Kenntn. d. Eiszeit i. Kaukas. 14 . n. ℳ 6.—
3. **E. Wunderlich**, die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. I. Teil. Das Gebiet zwischen Elbe u. Oder. 1917. n. ℳ 5.20

Auf sämtliche Preise Teuerungszuschläge des Verlags und der Buchhandlungen

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig u. Berlin

Digitized by Google

Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Jeder Band ist einzeln käuflich

600 Bände

Geheftet M. 1.20,*)
gebunden M. 1.50*)

Verlag B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Verzeichnis der bisher erschienenen Bände innerhalb der Wissenschaften alphabetisch geordnet
Werke, die mehrere Bände umfassen, auch in einem Band gebunden erhältlich

I. Religion, Philosophie und Psychologie.

Ästhetik. Von Prof. Dr. R. Hamann. 2. Aufl. (Bd. 345.)
— **Einführung in die Geschichte der Ä.** Von Dr. H. Nohl. (Bd. 602.)
Astrologie siehe Sternglaube.
Aufgaben u. Ziele d. Menschenlebens. Von Prof. Dr. J. Unold. 4. Aufl. (Bd. 12.)
Bergson, Henri, der Philosoph moderner Relig. Von Pfarrer Dr. E. Ott. (Bd. 480.)
Berkeley siehe Locke, Berkeley, Hume.
Buddha. Leben u. Lehre d. Buddha. Von Prof. Dr. R. Pischel. 3. Aufl., durchgesehen von Prof. Dr. H. Lüders. Mit 1 Titelbild u. 1 Taf. (Bd. 109.)
Calvin, Johann. Von Pfarrer Dr. G. Sodeur. Mit 1 Bildnis. 2. Aufl. (Bd. 247.)
Christentum. Aus der Werdezeit des Chr. V. Prof. Dr. J. Geffcken. 2. A. (Bd. 54.)
— **Vom Urchristentum z. Katholizismus.** V. Prof. Dr. H. Frhr. v. Soden. (690.)
— **Christentum und Weltgeschichte** seit der Reformation. Von Prof. D. Dr. K. Sell. 2 Bde. (Bd. 297. 298.)
— siehe Jesus. Mystik im Christentum.
Ethik. Grundzüge der E. Mit bes. Berücksichtigung der pädagog. Probleme. Von E. Wentscher. (Bd. 397.)
— s. a. Aufg. u. Ziele. Sexualethik, Sittl. Lebensanschauungen, Willensfreiheit.
Freimaurerei. Die. Eine Einführung in ihre Anschauungswelt u. ihre Geschichte. Von Geh. Rat Dr. L. Keller. 2. Aufl. von Geh. Archivrat Dr. G. Schuster. (463.)
Griechische Religion siehe Religion.
Handschriftenbeurteilung. Die. Eine Einführung in die Paläogr. d. Handschrift. Von Prof. Dr. G. Schneidemühl. Mit 51 Handschriftennachbild. i. T. u. 1 Taf. 2., durchges. u. erw. Aufl. (Bd. 514.)
Heidentum siehe Mystik.
Hellenistische Religion siehe Religion.
Herbarts Lehren und Leben. Von Pastor O. Flügel. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis Herbarts. (Bd. 164.)
Hume siehe Locke, Berkeley, Hume.
Hypnotismus und Suggestion. Von Dr. E. Trömner. 3. Aufl. (Bd. 199.)
Jesuiten. Die. Eine histor. Skizze. Von Prof. Dr. H. Boehmer. 4. Aufl. (Bd. 49.)
Jesus. Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu. Von Kirchenrat Pfarrer D. Dr. P. Mehlhorn. 2. Aufl. (Bd. 137.)
— **Die Gleichnisse Jesu.** Zugleich Anleitung zum quellenmäßigen Verständnis der Evangelien. Von Prof. D. Dr. H. Weinel. 4. Aufl. (Bd. 46.)
Israelitische Religion siehe Religion.
Kant, Immanuel. Darstellung und Würdigung. Von Prof. Dr. O. Külpe. 4. Aufl. hrsg. v. Prof. Dr. A. Messer. Mit 1 Bildnis Kants. (Bd. 146.)
Kirche s. Staat u. Kirche.
Kriminalpsychologie s. Psychologie b. Verbrechers, Handschriftenbeurteilung.
Lebensanschauungen s. Sittliche L.
Locke, Berkeley, Hume. Die großen engl. Philos. Von Oberlehrer Dr. P. Thormeyer. (Bd. 481.)
Logik. Grundriß d. L. Von Dr. K. J. Grau. (Bd. 637.)
Luther, Martin L. u. d. deutsche Reformation. Von Prof. Dr. W. Köhler. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis Luthers. (Bd. 515.)
— s. auch Von L. zu Bismarck Abt. IV.
Mechanik d. Geisteslebens. Die. V. Geh. Medizinalrat Direktor Prof. Dr. M. Verworn. 4. Aufl. Mit Fig. (Bd. 200.)
Mission. Die evangelische. Geschichte. Arbeitsweise. Heutiger Stand. V. Pastor S. Baudert. (Bd. 406.)
Mystik im Heidentum u. Christentum. V. Prof. Dr. Edv. Lehmann. 2. Aufl. V. Verf. durchges. übersetz. v. Anna Grundtvig geb. Quittenbaum. (Bd. 217.)
Mythologie. Germanische. Von Prof. Dr. J. von Negelein. 2. Aufl. (Bd. 95.)
Naturphilosophie. Die moderne. V. Priv.-Doz. Dr. J. M. Verweyen. (Bd. 491.)
Palästina und seine Geschichte. Von Prof. Dr. H. Frh. v. Soden. 3. Aufl. Mit 2 Kart., 1 Plan und 6 Ansicht. (Bd. 6.)
— **V. u. s. Kultur in 5 Jahrtausenden.** Nach d. neuest. Ausgrabgn. u. Forschgn. dargest. von Prof. Dr. P. Thomsen. 2., neubearb. Aufl. M. 37 Abb. (260.)

*) Hierzu Teuerungszuschläge des Verlags und der Buchhandlungen.

ANuG VII. 18. 400 T

Digitized by Google

Paulus, Der Apostel, u. sein Werk. Von Prof. Dr. E. Bischer. (Bd. 309)
Philosophie, Die. Einführ. in d. Wissenschaft, ihr Wesen u. ihre Probleme. V. Oberrealschuldir. H. Richert. 3. Aufl. (Bd. 186.)
— **Einführung in die Ph.** Von Prof. Dr. R. Richter. 4. Aufl. von Priv.-Doz. Dr. M. Brahn. (Bd. 155.)
— Führende Denker. Geschichtl. Einleit. in die Philosophie. Von Prof. Dr. J. Cohn. 3. Aufl. Mit 6 Bildn. (Bd. 176.)
— **Die Phil. d. Gegenw. in Deutschland.** V. Prof. Dr. O. Külpe. 6. Aufl. (41.)
— **Philosophisches Wörterbuch.** V. Oberlehrer Dr. P. Thormeyer. 2. Aufl. (Bd. 520.)
Poetik. Von Dr. R. Müller-Freienfels. (Bd. 460.)
Psychologie, Einführ. i. d. Ps. V. Prof. Dr. E. von Aster. Mit 4 Abb. (Bd. 492.)
— **Psychologie d. Kindes.** V. Prof. Dr. R. Gaupp. 4. Aufl. M. 17 Abb. (213 214.)
— **Psychologie d. Verbrechers.** (Kriminalpsychol.) V. Strafanstaltsdir. Dr. med. P. Nollig. 2. Aufl. M. 5 Diagr. (Bd. 248.)
— **Einführung in die experiment. Psychologie.** Von Prof. Dr. N. Braunshausen. Mit 17 Abb. i. T. (Bd. 484.)
— s. auch Handschriftenbeurteilg., Hypnotismus u. Sugg., Mechanik d. Geisteslb., Poetik, Seele d. Menschen, Veranlag. u. Vererbb., Willensfreiheit; Pädag. Abt. II.
Reformation siehe Calvin, Luther.
Religion. Die Stellung der R. im Geistesleben. Von Konsistorialrat Lic. Dr. B. Kalweit. 2. Aufl. (Bd. 225.)
— **Relig. u. Philosophie im alten Orient.** Von Prof. Dr. E. von Aster. (Bd. 521.)
— **Einführung in die allg. R.-Geschichte.** Von Prof. D. Dr. K. Beth. (Bd. 658.)
— **Die Religion der Griechen.** Von Prof. Dr. C. Samter. M. Bilderanh. (Bd. 457.)
— **Hellenistisch-röm. Religionsgesch.** Von Hofprediq. Lic. A. Jacoby. (Bd. 584.)
— **Die Grundzüge der israel. Religionsgeschichte.** Von Prof. Dr. Fr. Giesebrecht. 3. Aufl. Von Prof. Dr. A. Bertholet. (Bd. 52.)
— **Religion u. Naturwissensch. in Kampf u. Frieden.** Ein geschichtl. Rückbl. Von Pfarrer Dr. A. Pfannkuche. 2. Aufl. (Bd. 141.)
— **Die relig. Strömungen der Gegenwart.** Von Superintendent D. A. H. Brasch. 3. Aufl. (Bd. 66.)
— s. a. Bergson, Buddha, Calvin, Christentum, Luther.
Rousseau. Von Prof. Dr. P. Hensel. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis. (Bd. 180.)
Schopenhauer, Seine Persönlichk., s. Lehre, s. Bedeutg. V. Oberrealschuldir. H. Richert. 3. Aufl. Mit 1 Bildnis. (Bd. 81.)
Seele des Menschen, Die. Von Geh. Rat Prof. Dr. J. Rehmke. 4. Aufl. (Bd. 36.)
— siehe auch Psychologie.
Sexualethik. Von Prof. Dr. H. E. Timerding. (Bd. 592.)
Sinne d. Menschen, D. Sinnesorgane und Sinnesempfindungen. Von Hofrat Prof. Dr. J. K. Kreibig. 3., verbesserte Aufl. Mit 30 Abb. (Bd. 27.)
Sittl. Lebensanschauungen d. Gegenwart. Von Geh. Kirchenrat Prof. D. O. Kirn. 3. Aufl. durchges. von Prof. D. Dr. O. Stephan. (Bd. 177.)
— s. a. Ethik, Sexualethik.
Spencer, Herbert. Von Dr. K. Schwarze. Mit 1 Bildnis. (Bd 245.)
Staat und Kirche in ihrem gegenseitigen Verhältnis seit der Reformation. Von Pastor Dr. A. Pfannkuche. (Bd. 485.)
Sternglaube und Sterndeutung. Die Geschichte u. d. Wesen der Astrologie. Unter Mitw. von Geh. Rat Prof. Dr. K. Bezold dargestellt von Geh. Hofrat Prof. Dr. Fr. Boll. Mit 1 Sternkarte u. 20 Abb. (Bd. 638.)
Suggestion s. Hypnotismus.
Testament, Das Alte, seine Geschichte und Bedeutung. Von Prof. Dr. P. Thomsen. (Bd. 609.)
— **Neues. Der Text d. N. T. nach seiner geschichtl. Entwickl.** Von Priv.-Pfarrer A. Pott. Mit Taf. 2. Aufl. (Bd. 134.)
Theologie. Einführung in die Theologie. Von Pastor M. Cornils. (Bd. 347.)
Urchristentum siehe Christentum.
Veranlagung u. Vererbung. Geistige. V. Dr. phil. et med. G. Sommer. (Bd. 512.)
Weltanschauung. Griechische. Von Prof. Dr. M. Wundt. 2. Aufl. (Bd. 329.)
Weltanschauungen, D., d. groß. Philosophen der Neuzeit. Von Prof. Dr. L. Busse. 6. Aufl., hrsg. v. Geh. Hofrat Prof. Dr. R. Falckenberg. (Bd. 56.)
Weltentstehung. Entsteh. d. W. u. d. Erde nach Sage u. Wissenschaft. Von Prof. Dr. M. B. Weinstein. 2. Aufl. (Bd. 223.)
Weltuntergang. Untergang der Welt und der Erde nach Sage und Wissenschaft. V. Prof. Dr. M. B. Weinstein. (Bd. 470.)
Willensfreiheit. Das Problem der W. Von Prof. Dr. G. F. Lipps. (Bd. 383.)
— s. a. Ethik, Mechan. d. Geistesleb., Psychol.

II. Pädagogik und Bildungswesen.

Amerikanisches Bildungswesen siehe Techn. Hochschulen, Universitäten.
Berufswahl. Begabung u. Arbeitsleistung in ihren gegenseitigen Beziehungen. Von W. J. Ruttmann. M. 7 Abb. (Bd. 522.)
Bildungswesen, D. deutsche, in s. geschichtlichen Entwicklung. Von Prof. Dr. Fr. Paulsen. 3 Aufl. Von Prof. Dr. W. Münch. M. Bildn. Paulsens. (Bd. 100.)
— s. auch Volksbildungswesen.

Digitized by Google

Erziehung. E. zur Arbeit. Von Prof. Dr. Edv. Lehmann. (Bd. 459.)
— **Deutsche E. in Haus u. Schule.** Von Rektor J. Tews. 3. Aufl. (Bd. 159.)
— siehe auch Großstadtpädagogik.
Fortbildungsschulwesen, Das deutsche. Von Dir. Dr. F. Schilling. (Bd. 256.)
Fröbel, Friedrich. Von Dr. Joh. Prüfer. Mit 1 Tafel. (Bd. 82.)
Großstadtpädagogik. V. Rektor J. Tews. (Bd. 327.)
— siehe Erzieh., Schulkämpfe d. Gegenw.
Handschriftenbeurteilung, Die. Eine Einführ. in die Psychol. der Handschrift. V. Prof. Dr. G. Schneidemühl. Mit 51 Handschriftennachbild. i. T. u. 1 Taf. 2., durchges. u. erw. Aufl. (Bd. 514.)
Herbarts Lehren und Leben. Von Pastor O. Flügel. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis Herbarts. (Bd. 164.)
Hilfsschulwesen, Vom. Von Rektor Dr. V. Maennel. (Bd. 73.)
Hochschulen s. Techn. Hochschulen u. Univ.
Jugendpflege. Von Fortbildungsschullehrer W. Wiemann. (Bd. 434.)
Leibesübungen siehe Abt. V.
Mädchenschule, D. höhere, in Deutschland. V. Oberlehrerin M. Martin. (Bd. 65.)
Mittelschule s. Volks- u. Mittelschule.
Pädagogik, Allgemeine. Von Prof. Dr. Th. Ziegler. 4. Aufl. (Bd. 33.)
— **Experimentelle P. mit bes. Rücksicht auf die Erzieh. durch die Tat.** Von Dr. W. A. Lay. 3., verb. Aufl. Mit 6 Textabbildungen. (Bd. 224.)
— s. Erzieh., Großstadtpäd., Handschriftenbeurteilung, Psychol., Veranlag. u. Vererb. Abt. I.
Pestalozzi. Leben und Ideen. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. P. Natorp. 3. Aufl. Mit Bildn. u. 1 Brieffaksimile. (Bd. 250.)
Rousseau. Von Prof. Dr. W. Henkel. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis. (Bd. 180.)
Schule siehe Fortbildungs-, Hilfsschulwes., Techn. Hoch-, Mädch.-, Volksschule, Univ.
Schulhygiene. Von Prof. Dr. L. Burgerstein. 3. Aufl. M. 33 Fig. (Bd. 96.)
Schulkämpfe der Gegenwart. Von Rektor J. Tews. 2. Aufl. (Bd. 111.)
— siehe Erziehung, Großstadtpäd.
Student, Der Leipziger, von 1409 bis 1909. Von Dr. W. Bruchmüller. Mit 25 Abb. (Bd. 273.)
Studententum, Geschichte des deutschen St. Von Dr. W. Bruchmüller. (Bd. 477.)
Techn. Hochschulen in Nordamerika. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. S. Müller. M. zahlr. Abb., Karte u. Lagepl. (190.)
Universität, über Universitäten u. Universitätsstud. V. Prof. Dr. Th. Ziegler. Mit 1 Bildn. Humboldts. (Bd. 411.)
— **Die amerikanische U.** V. Prof. Ph. D. E. D. Perry. Mit 22 Abb. (Bd. 206.)
Unterrichtswesen, Das deutsche, der Gegenwart. Von Geh. Studienrat Oberrealschuldir. Dr. K. Knabe. (Bd. 299.)
Volksbildungswesen, Das moderne. Von Stadtbibl. Dr. G. Fritz. Mit 14 Abb. (Bd. 266.)
Volks- und Mittelschule, Die preußische. Entwicklung und Ziele. Von Geh. Reg.- u. Schulrat Dr. A. Sachse. (Bd. 432.)
Zeichenkunst. Der Weg zur Z. Ein Büchlein für theoretische u. praktische Selbstbildung. Von Dir. E. Weber. 2. Aufl. Mit 81 Abb. und 1 Farbtaf. (Bd. 430.)

III. Sprache, Literatur, Bildende Kunst und Musik.

Architektur siehe Baukunst und Renaissancearchitektur.
Ästhetik. Von Prof. Dr. R. Hamann. 2. Aufl. (Bd. 345.)
— siehe auch Poetik u. Abt. I.
Baukunst. Deutsche B. im Mittelalter. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Matthaei. I. Von d. Anf. d. z. Ausgang d. roman. Baukunst. 4. Aufl. Mit 42 Abb. i. T. u. auf 1 Doppeltafel. II. Gotik u. „Spätgotik". 4. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 8/9.)
— **Deutsche Baukunst seit d. Mittelalter b. z. Ausg. d. 18. Jahrh.** Renaissance, Barock, Rokoko. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Matthaei. 2. Aufl. Mit Abb. u. Tafeln. (Bd. 326.)
— **Deutsche B. im 19. Jahrh.** Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Matthaei. Mit 35 Abb. (Bd. 453.)
— siehe auch Renaissancearchitektur.
Beethoven siehe Haydn.
Bildende Kunst. Bau und Leben der b. K. Von Dir. Prof. Dr. Th. Volbehr. 2. Aufl. Mit 44 Abb. (Bd. 68.)
— siehe auch Baukunst, Griech. Kunst, Impressionismus, Kunst, Maler, Malerei, Stile.
Björnson siehe Ibsen.
Buch. Wie ein Buch entsteht siehe Abt. VI.
— s. auch Schrift- u. Buchwesen Abt. IV.
Dekorative Kunst des Altertums, Die. Von Dr. Fr. Poulsen. Mit 112 Abb. (Bd. 454.)
Deutsch siehe Baukunst, Drama, Frauendichtung, Heldensage, Kunst, Literatur, Lyrik, Maler, Malerei, Personennamen, Romantik, Sprache, Volkslied, Volkssage.
Drama, Das. Von Dr. V. Busse. Mit 3 Abb. 3 Bde. I: Von d. Antike z. franz. Klassizismus. 2. Aufl., neubearb. von Oberl. Dr. Niedlich, Prof. Dr. R. Immelmann u. Prof. Dr. Glaser. II: Von Versailles bis Weimar. III: Von der Romantik zur Gegenwart. (Bd. 287/289.)

Digitized by Google

Drama. D. dische. D. d. 19. Jahrh. I. s. Entwickl. dgesk. v. Prof. Dr. G. Witkowski. 4. Aufl. M. Bildn. Hebbels. (Bd. 51.)
— siehe auch Grillparzer, Hauptmann, Hebbel, Ibsen, Lessing, Literatur, Schiller, Shakespeare, Theater.
Dürer, Albrecht. V. Prof. Dr. R. Wustmann. 2. Aufl. von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Matthaei. Mit Titelb. u. zahlr. Abbildungen. (Bd. 97.)
Französisch siehe Roman.
Frauendichtung. Geschichte der deutschen F. seit 1800. Von Dr. H. Spiero. Mit 3 Bildnissen auf 1 Tafel. (Bd. 390.)
Fremdwortkunde. Von Dr. Elise Richter. (Bd. 570.)
Gartenkunst siehe Abt. VI.
Griech. Komödie, Die. V. Geh.-Rat. Prof. Dr. A. Körte. M. Titelb. u. 2 Taf. (400.)
Griechische Kunst. Die Blütezeit der g. K. im Spiegel der Reliefsarkophage. Eine Einf. i. d. griech. Plastik. V. Prof. Dr. H. Wachtler. 2. A. M. zahlr. Abb. (272.)
— siehe auch Dekorative Kunst.
Griechische Tragödie, Die. Von Prof. Dr. J. Geffcken. Mit 5 Abb. i. Text u. auf 1 Tafel. (Bd. 566.)
Grillparzer, Franz. Der Mann u. d. Werk. V. Prof. Dr. A. Kleinberg. M. Bildn. (Bd. 513.)
Gudrun siehe Nibelungenlied.
Harmonielehre. Von Dr. H. Scholz. (Bd. 560.)
Harmonium s. Tasteninstrum.
Hauptmann, Gerhart. V. Prof. Dr. E. Sulger-Gebing. Mit 1 Bildn. 2., verb. u. verm. Aufl. (Bd. 283.)
Haydn, Mozart, Beethoven. Von Prof. Dr. E. Krebs. 2. Aufl. M. 4 Bildn. (92.)
Hebbel, Friedrich. Von Geh. Hofrat Prof. Dr. O. Walzel. M. 1 Bildn. 2. Aufl. (Bd. 408.)
Heldensage, Die germanische. Von Dr. J. W. Bruinier. (Bd. 486.)
— siehe auch Volkssage.
Homerische Dichtung, Die. Von Rektor Dr. G. Finsler. (Bd. 496.)
Ibsen, Björnson u. i. Zeitgenossen. Von Prof. Dr. R. Kahle. 2 Aufl. v. Dr. G. Morgenstern. M. 7 Bildn. (Bd. 193.)
Impressionismus, Die Malerei des J. Von Prof. Dr. B. Lázár. Mit 32 Abb. u. 1 farb. Tafel (Bd. 395.)
Instrumente s. Tasteninstrum., Orchester.
Klavier siehe Tasteninstrumente.
Komödie siehe Griech. Komödie.
Kunst. Das Wesen der deutschen bildenden K. Von Geh. Rat Prof. Dr. H. Thode. (Bd. 585.)
— **Deutsche K. im tägl. Leben bis zum Schlusse d. 18. Jahrh. V. Prof. Dr. B. Haendcke.** Mit 63 Abb. (Bd. 198.)
— s. a. Bauk., Bild., Dekor., Griech. K.; Pompeji, Stile; Gartenk. Abt. VI.
Kunstpflege in Haus und Heimat. Von Superint. R. Bürkner. 3. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 77.)
Lessing. Von Dr. Ch. Schrempf. Mit einem Bildnis. (Bd. 403.)
Literatur. Entwickl. der deutsch. L. seit Goethes Tod. V. Dr. W. Brecht. (595.)
Lyrik. Geschichte d. deutsch. L. s. Claudius. V. Dr. H. Spiero. 2. Aufl. (Bd. 254.)
— siehe auch Frauendichtung, Literatur, Minnesang, Volkslied.
Maler, Die altdeutschen, in Süddeutschland. Von H. Nemitz. Mit 1 Abb. i. Text und Bilderanhang. (Bd. 464.)
— s. a. Michelangelo, Impression.
Malerei. Die deutsche, im 19. Jahrh. Von Prof. Dr. R. Hamann. 2 Bände Text, 2 Bände mit 57 ganzseitigen und 200 halbseitigen Abb., auch in 1 Halbbergamentbd. zu M. 7.—. (Bd. 448—451.)
— **Niederländische M. im 17. Jahrh.** Von Prof. Dr. H. Jantzen. Mit 37 Abb.
— siehe auch Rembrandt. (Bd. 373.)
Märchen s. Volksmärchen.
Michelangelo. Eine Einführung in das Verständnis seiner Werke. V. Prof. Dr. E. Hildebrandt. Mit 44 Abb. (392.)
Minnesang. Die Liebe im Liede des deutschen Mittelalters. Von Dr. J. W. Bruinier. (Bd. 404.)
Mozart siehe Haydn.
Musik. Die Grundlagen d. Tonkunst. Versuch einer entwicklungsgesch. Darstell. d. allg. Musiklehre. Von Prof. Dr. H. Rietsch. 2. Aufl. (Bd. 178.)
— **Musikalische Kompositionsformen.** V. S. G. Kallenberg. Band I: Die elementar. Tonverbindungen als Grundlage d. Harmonielehre. Bd. II: Kontrapunktik u. Formenlehre. (Bd. 412, 413.)
— **Geschichte der Musik.** Von Dr. A. Einstein. (Bd. 438.)
— **Beispielsammlung zur älteren Musikgeschichte.** V. Dr. A. Einstein. (439.)
— **Musikal. Romantik. Die Blütezeit d. m. K. in Deutschland.** Von Dr. E. Istel. Mit 1 Silhouette. (Bd. 239.)
— s. a. Haydn, Mozart, Beethoven, Oper, Orchester, Tasteninstrumente, Wagner.
Mythologie, Germanische. Von Prof. Dr. J. v. Negelein. 2. Aufl. (Bd. 95.)
— siehe auch Volkssage, Deutsche.
Nibelungenlied. Das, u. d. Gudrun. Von Prof. Dr. J. Körner. (Bd. 591.)
Niederländische Malerei s. Malerei.
Novelle siehe Roman.
Oper, Die moderne. Vom Tode Wagners bis zum Weltkrieg (1883—1914). Von Dr. E. Istel. Mit 3 Bildn. (Bd. 495.)
— siehe auch Handn, Wagner.
Orchester. D. Instrumente d. O. V. Prof. Dr. Fr. Volbach. M. 60 Abb. (Bd. 384.)
— **Das moderne Orchester in seiner Entwicklung.** V. Prof. Dr. Fr. Volbach. M. Partiturbeisp. u. Taf. 2. Aufl. (Bd. 308.)
Orgel siehe Tasteninstrumente.
Personennamen. D. deutsch. V. Geh. Studienrat A. Bähnisch. 2. A. (Bd. 296.)

Digitized by Google

Perspektive, Grundzüge der P. nebst Anwendungen. Von Prof. Dr. K. Doehlemann. Mit 91 Fig. u. 11 Abb. (510.)
Phonetik. Einführ. in d. Ph. Wie wir sprechen. Von Dr. E. Richter. Mit 20 Abb. (Bd. 354.)
Photographie, Die künstlerische. Ihre Entwicklg., ihre Probl., ihre Bedeutg. V. Dr. W. Warstat. M. 1 Bilderanh. (Bd. 410.)
— s. auch Photographie Abt. VI.
Plastik s. Griech. Kunst, Michelangelo.
Poetik. Von Dr. R. Müller-Freienfels. (Bd. 460.)
Pompeji. Eine hellenist. Stadt in Italien. Von Prof. Dr. Fr. v. Duhn. 3. Aufl. M. 62 Abb. i. T. u. auf 1 Taf., sowie 1 Plan. (Bd. 114.)
Projektionslehre. In kurzer leichtfaßlicher Darstellung f. Selbstunterr. und Schulgebrauch. V. Zeichenl. A. Schuderisky. Mit 208 Fig. (Bd. 564.)
Rembrandt. Von Prof. Dr. P. Schubring. 2. Aufl. Mit 48 Abb. auf 28 Taf. i. Anh. (Bd. 158.)
Renaissancearchitektur in Italien. Von Dr. P. Frankl. 2 Bde. I. M. 12 Taf. u. 27 Textabb. II. M. Abb. (Bd. 381/382.)
Rhetorik. Von Lektor Prof. Dr. E. Geißler. 2. Bde. 2. Aufl. I. Richtlinien für die Kunst des Sprechens. II. Deutsche Redekunst. (Bd. 455/456.)
Roman. Der französische Roman und die Novelle. Ihre Geschichte v. d. Anf. b. z. Gegenw. Von O. Flake. (Bd. 377.)
Romantik, Deutsche. V. Geh. Hofrat Prof. Dr. O. F. Walzel. 4. Aufl. 1. Die Weltanschauung. II. Die Dichtung. (Bd. 232/233.)
Sage siehe Heldensage, Mythol., Volkssage.
Schiller. Von Prof. Dr. Th. Ziegler. Mit 1 Bildn. 3. Aufl. (Bd. 74.)
Schillers Dramen. Von Progymnasialdirektor E. Heufermann. (Bd 493.)
Shakespeare und seine Zeit. Von Prof. Dr. E. Sieper. M. 3 Abb. 2. Aufl. (185.)
Sprache, Die Haupttypen des menschlich. Sprachbaus. Von Prof. Dr. F. N. Finck. 2. Aufl. v. Prof. Dr. E. Kieckers. (268.)
— **Die deutsche Sprache von heute.** Von Dr. W. Fischer. (Bd. 475.)
— **Fremdwortkunde.** Von Dr. Elise Richter. (Bd. 570.)
— siehe auch Phonetik, Rhetorik; ebenso Sprache u Stimme Abt. V.
Sprachstämme. Die, des Erdkreises. Von Prof Dr F. N. Finck. 2. Aufl. (Bd. 267.)
Sprachwissenschaft. Von Prof. Dr. Fr. Sandfeld-Jensen. (Bd. 472.)
Stile, Die Entwicklungsgesch. d. St. in der bild. Kunst. Von Dozent Dr. E. Cohn-Wiener. 2 Bde. 2. Aufl. I.: V. Altertum bis zur Gotik. M. 66 Abb. II.: Von der Renaissance bis zur Gegenwart. Mit 42 Abb. (Bd 317/318.)
Tasteninstrumente. Klavier. Orgel. Harmonium. Das Wesen der Tasteninstrumente. V. Prof. Dr. O. Bie. (Bd. 325.)
Theater, Das. Schauspielhaus u. -kunst v. griech. Altert. bis auf d. Gegenw. V. Prof. Dr. Chr. Gaehde. 2. A. 18 Abb. (Bd. 230.)
Tragödie s. Griech. Tragödie.
Urheberrecht siehe Abt. VI.
Volkslied. Das deutsche. Über Wesen und Werden d. deutschen Volksgesanges. Von Dr. J. W. Bruinier. 5. Aufl. (Bd. 7.)
Volksmärchen. Das deutsche V. Von Pfarrer K. Spieß. (Bd. 587.)
Volkssage. Die deutsche. Übersicht. dargest. v. Dr. O. Böckel. 2. Aufl. (Bd. 262.)
— siehe auch Heldensage, Mythologie.
Wagner, Das Kunstwerk Richard W.s. Von Dr. E. Istel. M. 1 Bildn. 2. Aufl. (330.)
— s. a. auch Musikal. Romantik u. Oper.
Zeichenkunst. Der Weg z. Z. Ein Büchlein für theoretische und praktische Selbstbildung. Von Dr. E. Weber. 2. Aufl. Mit 81 Abb. u. 1 Farbtafel. (Bd. 430.)
— s. auch Perspektive. Projektionslehre; Geometr. Zeichnen Abt. V.
Zeitungswesen. V. Dr. H. Dietz. (Bd. 328.)

IV. Geschichte, Kulturgeschichte und Geographie.

Alpen, Die. Von H. Reishauer. 2., neub. Aufl. von Dr. H. Slanar. Mit 26 Abb. und 2 Karten. (Bd. 276.)
Altertum, Das, im Leben der Gegenwart. V. Prov.-Schul- u. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. P. Cauer. 2. Aufl. (Bd. 356.)
Amerika. Gesch. d. Verein. Staaten v. A. V. Prof. Dr E. Daenell. 2 A (Bd. 147.)
Amerikaner, Die. V. R. M. Butler. Dtsch. v. Prof Dr. W. Taszowski. (Bd. 319.)
— s. Technische Hochschulen, Univers. Amerikas Abt. II.
Antike Wirtschaftsgeschichte. V. Priv.-Doz. Dr. O. Neurath. 2. Aufl. (Bd. 258.)
Antikes Leben nach den ägyptischen Papyri. Von Geh. Postrat Prof. Dr. Fr. Preisigke. Mit 1 Tafel. (Bd. 565.)
Arbeiterbewegung s. Soziale Bewegungen.
Australien und Neuseeland. Land, Leute und Wirtschaft. Von Prof. Dr. R. Schachner. Mit 23 Abb. (Bd. 366.)
Babylonische Kultur, Die, i. Verbreit. u. i. Nachwirkungen auf d. Gegenw. V. Prof. Dr. F. C. Lehmann-Haupt. (Bd. 579.)
Baltische Provinzen. V. Dr. V. Tornius. 3. Aufl. M. 8 Abb. u. 2 Kartenskizz. (Bd. 542.)
Bauernhaus. Kulturgeschichte des deutschen B. Von Baurat Dr.-Ing. Chr. Rauck. 2. Aufl. Mit 70 Abb. (Bd. 121.)
Bauernstand. Gesch. d. dtsch. B. V. Prof. Dr. H. Gerdes. 2., verb. Aufl. Mit 22 Abb. i. Text (Bd. 320.)
Belgien. Von Dr. P. Ostwald. 3. Aufl. Mit 5 Karten. (Bd. 501.)

Digitized by Google

Bismarck und seine Zeit. Von Professor Dr. W. Balentin. Mit einem Titelbild. 4., durchges. Aufl. (Bd. 500.)
Böhmen. Von Prof. Dr. R. F. Kaindl. (Bd. 701.)
Brandenburg.-preuß. Gesch. Von Kgl. Archivar Dr. Fr. Jsrael. 2 Bde. I. B. d. ersten Anfängen b. z. Tode König Fr. Wilhelms I. 1740. II. Von dem Regierungsantritt Friedrichs d. Gr. bis zur Gegenwart. Bd. 440/441.)
Bulgarien. V. Priv.-Doz. Dr. H. Grothe. (Bd. 597.)
Bürger im Mittelalter s. Städte.
Byzant. Charakterköpfe. Von Dr. phil. K. Dieterich. Mit 2 Bildn. (Bd. 244.)
Calvin, Johann. Von Pfarrer Dr. G. Soeder. Mit 1 Bildnis. 2 Aufl. (Bd. 247.)
Christentum u. Weltgeschichte seit der Reformation. Von Prof. D. Dr. K. Sell. 2 Bde. (Bd. 297/298.)
Deutsch siehe Bauernhaus, Bauernstand, Dorf, Feste, Frauenleben, Geschichte, Handel, Handwerk, Reich, Staat, Städte, Verfassung, Verfassungsgr., Volksstämme, Volkstrachten, Wirtschaftsleben usw.
Deutschtum im Ausland, Das, vor dem Weltkriege. Von Prof. Dr. R. Hoeniger. 2. Aufl. (Bd. 402.)
Dorf, Das deutsche. V. Prof. R. Mielke. 2. Aufl. Mit 51 Abb. (Bd. 192.)
Eiszeit, Die, und der vorgeschichtliche Mensch. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. G. Steinmann. 2. Aufl. M. 24 Abbildungen. (Bd. 302.)
Entdeckungen, Das Zeitalter der E. Von Prof. Dr. S. Günther. 3. Aufl. Mit 1 Weltkarte. (Bd. 26.)
Erde siehe Mensch u. E.
Erdkunde, Allgemeine. 8 Bde. Mit Abb. I. Die Erde, ihre Bewegungen u. ihre Eigenschaften (math. Geographie u. Geonomie). Von Admiralitätsrat Prof. Dr. E. Kohlschütter. (Bd. 625.) II. Die Atmosphäre der Erde (Klimatologie, Meteorologie). Von Prof. O. Baschin. (Bd. 626.) III. Geomorphologie. Von Prof. F. Machatschek. (Bd. 627.) IV. Physiogeographie des Süßwassers. Von Prof. F. Machatschek. (Bd. 628.) V. Die Meere. Von Prof. Dr. A. Merz. (Bd. 629.) VI. Die Verbreitung der Pflanzen. Von Dr. Brockmann-Jerosch. (Bd. 630.) VII. Die Verbreitg. d. Tiere. V. Dr. W. Knopfli. (Bd. 631.) VIII. Die Verbreitg. d. Menschen auf d. Erdoberfläche (Anthropogeographie). V. Prof. Dr. R. Krebs. (Bd. 632.)
Europa. Vorgeschichte E.'s. Von Prof. Dr. H. Schmidt. (Bd. 571/572.)
Familienforschung. Von Dr. E. Devrient. M. Abb. u. Taf. 2. Aufl. (350.)
Feldherren, Große. Von Major F. C. Endres. (Bd. 687/688.)
Feste. Deutsche, u. Volksbräuche. V. Priv.-Doz. Dr. E. Fehrle. M. 30 Abb. (Bd. 518.)
Finnland. Von Lektor F. Ohquist. (700.)
Französische Geschichte. I.: Das französische Königstum. Von Prof. Dr. R. Schwemer. (Bd. 574.)
— siehe auch Napoleon, Revolution.
Frauenbewegung, Die moderne. Ein geschichtlicher Überblick. Von Dr. K. Schirmacher. 2. Aufl. (Bd. 67.)
Frauenleben, Deutsch., i. Wandel d. Jahrhunderte. Von Geh. Schulrat Dr. Ed. Otto. 3. Aufl. 12 Abb. i. T. (Bd. 45.)
Friedrich d. Gr. V. Prof. Dr. Th. Bitterauf. 2. A. M. 2 Bildn. (Bd. 246.)
Gartenkunst. Gesch. d. G. V. Baurat Dr.-Ing. Chr. Rauch. M. 41 Abb. (274.)
Geographie der Vorwelt (Paläogeographie). Von Priv.-Doz. Dr. E. Dacqué. Mit 21 Abb. (Bd. 619.)
Geologie siehe Abt. V.
German. Heldensage s. Heldensage.
Germanische Kultur in der Urzeit. Von Bibliotheksdir. Prof. Dr. G. Steinhausen. 3. Aufl. Mit 13 Abb. (Bd. 75.)
Geschichte, Deutsche, im 19. Jahrh. b. z. Reichseinheit. V. Prof. Dr. R. Schwemer. 3 Bde. I.: Von 1800—1848. Restauration und Revolution. 3. Aufl. (Bd. 37.) II.: Von 1848—1862. Die Reaktion und die neue Ära. 2. Aufl. (Bd. 101.) III.: Von 1862—1871. V. Bund z. Reich. 2. Aufl. (Bd. 102.)
Griechentum. Das G. in seiner geschichtlichen Entwicklung. Von Prof. Dr. R. v. Scala. Mit 46 Abb. (Bd. 471.)
Griechische Städte. Kulturbilder aus gr. St. Von Professor Dr. E. Siebarth. 2. A. M. 23 Abb. u. 2 Tafeln. (Bd. 131.)
Handel. Geschichte d. Welthandels. Von Realgymnasial-Dir. Dr. M. G. Schmidt. 3. Aufl. (Bd. 118.)
— **Geschichte des deutschen Handels seit d. Ausgang des Mittelalters.** Von Dir. Prof. Dr. W. Langenbeck. 2. Aufl. Mit 16 Tabellen. (Bd. 237.)
Handwerk, Das deutsche, in seiner kulturgeschichtl. Entwickl. Von Geh. Schulrat Dr. E. Otto. 4. Aufl. Mit 33 Abb. auf 12 Tafeln. (Bd. 14.)
— siehe auch Dekorative Kunst Abt. III.
Haus. Kunstpflege in Haus u. Heimat. V. Superint. R. Bürkner. 3. Aufl. Mit Abb. (Bd. 77.)
— siehe auch Bauernhaus, Dorf.
Heldensage, Die germanische. Von Dr. J. W. Bruinier. (Bd 486.)
Hellenist.-röm. Religionsgeschichte s. Abt. I.
Japaner, Die, i. d. Weltwirtschaft. V. Prof. Dr. K. Rathgen. 2. Aufl. (Bd. 72.)
Jesuiten, Die. Eine hist. Skizze. Von Prof. Dr. H. Boehmer. 4. Aufl. (Bd. 49.)
Indien. Von Prof. Dr. Sten Konow. (Bd. 614.)
Indogermanenfrage. Von Dir. Dr. R. Agahd. (Bd. 594.)
Internationale Leben, Das, der Gegenw. Von Dr. h. c. A. H. Fried. M. 1 Taf. (Bd. 226.)

Digitized by Google

Island, d. Land u. d. Volk. V. Prof. Dr. P. Herrmann. M. 9 Abb. (Bd 461.)
Kaisertum und Papsttum. Von Prof. Dr. A. Hofmeister. (Bd. 576.)
Kartenkunde. Vermessungs- u. K. 6 Bde. Mit Abb. I. Geogr. Ortsbestimmung. Von Prof. Schmauder. (Bd. 606.) II. Erdmessung. Von Prof. Dr. O. Eggert. (Bd. 607.) III. Landmessung. Von Steuerrat Suckow. (Bd. 608.) IV. Ausgleichungsrechnung. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. E. Hegemann. (Bd. 609.) V. Photogrammetrie und Stereophotogrammetrie. Von Diplom-Ing. H. Lüscher. (Bd. 610.) VI. Kartenkunde. Von Finanzrat Dr.-Ing. A. Egerer. 1. Einführ. i. d. Kartenverständnis. 2. Kartenherstellung (Landesaufn.). (Bd. 611/612.)
Kirche s. Staat u. K.
Kolonialgeschichte, Allgemeine. Von Prof. Dr. F. Keutgen. 2 Bde. (Bd. 545/546.)
Kolonien, Die deutschen. (Land u. Leute.) Von Dr. A. Heilborn. 3. Aufl. Mit 28. Abb. u. 8 Karten. (Bd. 98.)
Königstum, Französisches. Von Prof. Dr. R. Schwemer (Bd. 574.)
Krieg und Sieg. Eine kurze Darstellung der mod. Kriegskunst. Von Major a. D. C. F. Endres. (Bd. 519.)
— **Kulturgeschichte d. Krieges.** Von Prof. Dr. K. Weule, Geh. Hofrat Prof. Dr. E. Bethe, Prof. Dr. B. Schmeidler, Prof. Dr. A. Doren, Prof. Dr. B. Herre. (Bd. 561.)
— **Der Dreißigjährige Krieg.** Von Dr. Fritz Endres. (Bd. 577.)
— s. auch Feldherren.
Kriegsschiffe, Unsere. Ihre Entstehung u. Verwendung. V. Geh. Mar.-Baur. a. D. E. Krieger. 2. Aufl. v. Geh. Mar.-Baur. Fr. Schürer. M. 60 Abb. (389.)
Luther, Martin L. u. d. dtsche. Reformation. Von Prof. Dr. W. Köhler. M. 1 Bildn. Luthers. 2., verb. Aufl. (Bd. 515.)
— s. auch Von L. zu Bismarck.
Marr, Karl. Versuch einer Einführung. Von Prof. Dr. R. Wilbrandt. (621.)
Mensch u. Erde. Skizzen v. den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von Geh. Rat Prof. Dr. A. Kirchhoff. 4. Aufl.
— s. a. Eiszeit; Mensch Abt. V. [(Bd. 31.)
Mittelalter, Mittelalterl. Kulturideale. V. Prof. Dr. W. Vedel. I.: Heldenleben. II.: Ritterromantik. (Bd. 292, 293.)
— s. auch Städte u. Bürger i. M.
Moltke. V. Kaiserl. Ottoman. Major a. D. F. C. Endres. Mit 1 Bildn. (Bd. 415.)
Münze. Grundriß d. Münzkunde. 2. Aufl. I. Die Münze nach Wesen, Gebrauch u. Bedeutg. V. Hofrat Dr. A. Luschin v. Ebengreuth. M. 53 Abb. II. Die Münze v. Altertum b. z. Gegenw. Von Prof. Dr. H. Buchenau. (Bd. 91, 657.)
— s. a. Finanzwiss., Geldwesen Abt. VI.
Mykenische Kultur, Die. Von Prof. Dr. F. C. Lehmann-Haupt. (Bd. 581.)
Mythologie s. Abt. I.
Napoleon I. Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. 3. Aufl. Mit 1 Bildn. (Bd. 195.)
Nationalbewußtsein siehe Volk.
Natur u. Mensch. V. Realgymnasial-Dir. Prof. Dr. M. G. Schmidt. M. 19 Abb. (Bd. 458.)
Naturvölker, Die geistige Kultur der N. V. Prof. Dr. K. Th. Preuß. M. 9 Abb.
— s. a. Völkerkunde, allg. [(Bd. 452.)
Neugriechenland. Von Prof. Dr. A. Heisenberg. (Bd. 613.)
Neuseeland s. Australien.
Orient s. Indien, Palästina, Türkei.
Österreich, Dies innere Geschichte von 1848 bis 1895. V. R. Charmatz. 3., veränd. Aufl. I. Die Vorherrschaft der Deutschen. II. Der Kampf der Nationen. (651/652.)
— **Geschichte der auswärtigen Politik Os im 19. Jahrhundert.** V. R. Charmatz. 2., veränd. Aufl. I. Bis zum Sturze Metternichs. II. 1848—1895. (653/654.)
— **Österreichs innere u. äußere Politik von 1895—1914.** V. R. Charmatz. (655.)
Ostmark s. Abt. VI.
Ostseegebiet, Das. V. Prof. Dr. G. Braun. M. 21 Abb. u. 1 mehrf. Karte. (Bd. 367.)
— s. auch Baltische Provinzen. Finnland.
Palästina und seine Geschichte. Von Prof. Dr. H. Frh. von Soden. 3. Aufl. Mit 2 Karten, 1 Plan u. 6 Anf. (Bd. 6.)
— **V. u. s. Kultur in 5 Jahrtausenden.** Nach d. neuest. Ausgrab. u. Forschungen dargest. von Prof. Dr. P. Thomsen. 2., neubearb. Aufl. Mit 37 Abb. (260.)
Papsttum s. Kaisertum.
Papyri s. Antikes Leben.
Polarforschung. Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- u. Südpol v. d. ältest. Zeiten bis zur Gegenw. V. Prof. Dr. K. Hassert. 3. Aufl. M. 6 Kart. (Bd. 38.)
Polen. Mit einem geschichtl. Überblick üb. d. polnisch-ruthen. Frage. V. Prof. Dr. R. F. Kaindl. 2., verb. Aufl. M. 6 Kart. (547.)
Politik. V. Dr. A. Grabowsky. (Bd. 537.)
— **Umrisse der Weltpolitik.** V. Prof. Dr. J. Hashagen. 3 Bde. I: 1871 bis 1907. 2. Aufl. II: 1908—1914. 2. Aufl. III. D. polit. Ereign. währ. d. Krieges. (Bd. 553/555.)
— **Politische Geographie.** Von Prof. Dr. E. Schöne. Mit 7 Kart. (Bd. 353.)
— **Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrhundert.** Von Prof. Dr. K. Th. v. Heigel. 4. Aufl. von Dr. Fr. Endres. (Bd. 129.)
Pompeji, eine hellenistische Stadt in Italien. Von Prof. Dr. Fr. v. Duhn. 3. Aufl. Mit 62 Abb. i. T. u. auf 1 Taf., sowie 1 Plan. (Bd. 114.)
Preußische Geschichte s. Brandenb.-pr. G.
Reaktion und neue Ära s. Gesch., deutsche.
Reformation s. Calvin, Luther.
Reich, Das Deutsche R. von 1871 b. z. Weltkrieg. V. Archivar Dr. F. Israel. (575.)
Religion s. Abt. I.

Digitized by Google

Restauration und Revolution siehe Geschichte, deutsche.

Revolution. Geschichte der Französ. R. V. Prof. Dr. Th. Bitterauf. 2. Aufl. Mit 8 Bildn. (Bd. 346.)

— 1848. 6 Vorträge. Von Prof. Dr. O. Weber. 3. Aufl. (Bd. 53.)

Rom. Das alte Rom. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. O. Richter. Mit Bilderanhang u. 4 Plänen. (Bd. 386.)

— **Soziale Kämpfe i. alt. Rom.** V. Privatdozent Dr. L. Bloch. 3. Aufl. (Bd. 22.)

— **Roms Kampf um die Weltherrschaft.** V. Prof. Dr. J. Kromayer. (Bd. 368.)

Römer. Geschichte der R. Von Prof. Dr. R. v. Scala. (Bd. 578.)

— siehe auch Hellenist.-röm. Religionsgeschichte Abt I: Pompeji Abt. II.

Rußland. Geschichte, Staat, Kultur. Von Dr. A. Luther. (Bd. 563.)

Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit. Von Prof. Dr. O. Weise. 4. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 4.)

— s. a. Buch. Wie ein B. entsteht. Abt. VI.

Schweiz. Die. Land, Volk, Staat u. Wirtschaft. Von Reg.- u. Ständerat Prof. Dr. O. Wettstein. Mit 1 Karte. (Bd. 482.)

Seekrieg s. Kriegsschiff.

Sitten und Gebräuche in alter und neuer Zeit. Von Prof. Dr. E. Samter. (682.)

Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von G. Maier. 5. Aufl. (Bd. 2.)

— s. a. Marx. Rom; Sozialism. Abt. VI.

Staat. St. u. Kirche in ihr. gegenseit. Verhältnis seit d. Reformation. V. Pfarrer Dr. phil. A. Pfannkuche. (Bd. 485.)

Städte. Die. Geogr. betrachtet. V. Prof. Dr. K. Haffert. M. 21 Abb. (Bd. 163.)

— **Deutsche Städte u. Bürger i. Mittelalter.** V. Prof. Dr. W. Heil. 3. Aufl. Mit zahlr. Abb. u. 1 Doppeltafel. (Bd. 43.)

— **Verfassung u. Verwaltung d. deutschen Städte.** V. Dr. M. Schmid. (Bd. 466.)

— **Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland.** V. Reg.-Baum. a. D. A. Erbe. M. 59 Abb. (Bd. 117.)

— s. a. Griech. Städte, Pompeji, Rom.

Sternglaube und Sterndeutung. Die Geschichte u. d. Wesen d. Astrologie. Unt. Mitwirk. v. Geh. Rat Prof. Dr. C. Bezold dargest. v. Geh. Hofr. Prof. Dr. Fr. Boll. M. 1 Sternk. u. 20 Abb. (Bd. 638.)

Student, Der Leipziger, von 1409 bis 1909. Von Dr. W. Bruchmüller. Mit 25 Abb. (Bd. 273.)

Studententum. Geschichte d. deutschen St. Von Dr. W. Bruchmüller. (Bd. 477.)

Türkei. Die. V. Reg.-Rat P. R. Krause. Mit 2 Karten i. Text und auf 1 Tafel. 2. Aufl. (Bd. 469.)

Ungarn siehe Österreich.

Urzeit s. german. Kultur in der U.

Verfassung. Grundzüge der V. des Deutschen Reiches. Von Geheimrat Prof. Dr. E. Löning. 4. Aufl. (Bd. 34.)

Verfassungsrecht. Deutsches, in geschichtlicher Entwicklung. Von Prof. Dr. Ed. Hubrich. 2. Aufl. (Bd. 80.)

Vermessungs- u. Kartenkunde s. Kartenk.

Volk. Vom deutschen V. zum dt. Staat. Eine Gesch. d. dt. Nationalbewußtseins. V. Prof. Dr. P. Joachimsen. (Bd. 511.)

Völkerkunde, Allgemeine. I: Feuer, Nahrungserwerb, Wohnung, Schmuck und Kleidung. Von Dr. A. Heilborn. M. 54 Abb. (Bd. 487.) II: Waffen u. Werkzeuge, Industrie, Handel u. Geld, Verkehrsmittel. Von Dr. A. Heilborn. M. 51 Abb. (Bd. 488.) III: Die geistige Kultur der Naturvölker. Von Prof. Dr. K. Th. Preuß. M. 9 Abb. (Bd. 452.)

Volksbräuche, deutsche, siehe Feste.

Volksstämme. Die deutschen, und Landschaften. Von Prof. Dr. O. Weise. 5., völlig umgearb. Aufl. Mit 30 Abb. i. Text u. auf 20 Taf. u. einer Dialektkarte Deutschlands. (Bd. 16.)

Volkstrachten. Deutsche. Von Pfarrer K. Spieß. Mit 11 Abb. (Bd. 342.)

Vom Bund zum Reich siehe Geschichte.

Von Jena bis zum Wiener Kongreß. Von Prof. Dr. G. Roloff. (Bd. 465.)

Von Luther zu Bismarck. 12 Charakterbild. a. deutscher Gesch. V. Prof. Dr. O. Weber. 2 Bde. 2 Aufl. (Bd. 123/124.)

Vorgeschichte Europas. Von Prof. Dr. H. Schmidt. (Bd. 571/572.)

Weltgeschichte s. Christentum.

Welthandel s. Handel.

Weltpolitik s. Politik.

Wirtschaftsgeschichte. Antike. V. Priv.-Doz. Dr. O. Neurath. 2., umgearb. A. (258.)

— s. a. Antikes Leben u. d. ägypt. Papyri.

Wirtschaftsleben. Deutsches. Auf geogr. Grundl. gesch. V. Prof. Dr. Chr. Gruber. 3. Aufl. V. Dr. H. Reinlein. (42.)

— s. auch Abt. VI.

V. Mathematik, Naturwissenschaften und Medizin.

Aberglaube. Der, in der Medizin u. s. Gefahr f. Gesundh. u. Leben. V. Prof. Dr. D. v. Hansemann. 2. Aufl. (Bd. 83.)

Abstammungslehre u. Darwinismus. V. Pr. Dr. R. Hesse. 5. A. M. 40 Abb. (Bd. 39.)

Abstammungs- und Vererbungslehre. Experimentelle. Von Prof. Dr. E. Lehmann. Mit 26 Abb. (Bd. 379.)

Abwehrkräfte des Körpers. Die. Eine Einführung in die Immunitätslehre. Von Prof. Dr. med. H. Kämmerer. Mit 52 Abbildungen. (Bd. 479.)

Algebra siehe Arithmetik.

Ameisen, Die. Von [illegible] **med. H. Brun.** (Bd. 601.)

Digitized by Google

Anatomie d. Menschen, Die. B. Prof. Dr. K. v. Bardeleben. 6 Bde. Jeder Bd. mit zahlr. Abb (Bd. 418/423.) I. Zelle und Gewebe, Entwicklungsgeschichte. Der ganze Körper. 3. Aufl. II. Das Skelett. 2. Aufl. III. Das Muskel- u. Gefäßsystem. 2. Aufl. IV. Die Eingeweide (Darm-, Atmungs-, Harn- und Geschlechtsorgane, Haut). 3. Aufl. V. Nervensystem und Sinnesorgane. 2. Aufl. VI. Mechanik (Statik u. Kinetik) d. menschl. Körpers (der Körper in Ruhe u. Bewegung). 2. Aufl.
— siehe auch Wirbeltiere.

Aquarium, Das. Von E. W. Schmidt. Mit 15 Fig. (Bd. 335.)

Arbeitsleistungen des Menschen, Die. Einführ. in d. Arbeitsphysiologie. B. Prof. Dr. H. Boruttau. M. 14 Fig. (Bd. 539.)
— **Berufswahl, Begabung u. Arbeitsleistung** in i. gegenst. Beziehungen. Von W. J. Ruttmann. Mit 7 Abb. (Bd. 522.)

Arithmetik und Algebra zum Selbstunterricht. Von Prof. P. Crantz. 2 Bände. I.: Die Rechnungsarten. Gleichungen 1. Grades mit einer u. mehreren Unbekannten. Gleichungen 2. Grades. 5. Aufl. M. 9 Fig. II.: Gleichungen, Arithmet. u. geometr. Reih. Zinseszins- u. Rentenrechn. Kompl. Zahlen. Binom. Lehrsatz. 4. Aufl. Mit 21 Fig. (Bd. 120, 205.)

Arzneimittel und Genußmittel. Von Prof. Dr. O. Schmiedeberg. (Bd. 363.)

Arzt, Der. Seine Stellung und Aufgaben im Kulturleben der Gegenw. Ein Leitfaden der sozialen Medizin. Von Dr. med. M. Fürst. 2. Aufl. (Bd. 265.)

Astronomie. Probleme d. mod. A. B. Prof. Dr. S. Oppenheim. 11 Fig. (Bd. 555.)
— **Die A. in ihrer Bedeutung für das praktische Leben.** Von Prof. Dr. A. Marcuse. Mit 26 Abb. (Bd. 378.)
— siehe auch Weltall, Weltbild, Sonne, Mond, Planeten; Sternglaube. Abt. I.

Atome, Moleküle und Atome. B. Prof. Dr. G. Mie. 4. Aufl. M. Fig. (Bd. 58.)
— s. a. Weltäther.

Auge, Das, und die Brille. Von Prof. Dr. M. v. Rohr. Mit 84 Abb. u. 1 Taf. 2. Aufl. (Bd. 372.)

Ausgleichungsrechnung siehe Kartenkunde Abt. IV.

Bakterien, Die, im Haushalt und der Natur des Menschen. Von Prof. Dr. E. Gutzeit. 2 Aufl. Mit 13 Abb. (212.)
— **Die krankheiterregenden Bakterien.** Von Prof. Dr. M. Loehlein. Mit 33 Abb. (Bd. 317.)
— s. a. Abwehrkräfte, Desinfektion, Pilze, Schädlinge.

Bau u. Tätigkeit d. menschl. Körpers. Einf. in die Physiologie d. Menschen. B. Prof. Dr. H. Sachs. 4. A. M. 34 Abb. (Bd. 32.)

Begabung s. Arbeitsleistung.

Befruchtungsvorgang, Der, sein Wesen und s. Bedeutung. B. Dr. E. Teichmann. 2. Aufl. M. 9 Abb. u. 4 Doppeltaf. (Bd. 70.)

Bewegungslehre s. Mechan., Aufg. a. d. M. I.

Biochemie. Einführung in die B. in elementarer Darstellung. Von Prof. Dr. M. Löb. Mit Fig. 2. Aufl. v. Prof. H. Friedenthal. (Bd. 352.)

Biologie, Allgemeine. Einführ. i. d. Hauptprobleme d. organ. Natur. B. Prof. Dr. H. Miehe. 2. Aufl. 52 Fig. (Bd. 130.)
—, **Experimentelle.** Regeneration, Transplantat. und verwandte Gebiete. Von Dr. C. Thesing. Mit 1 Tafel und 69 Textabbildungen. (Bd. 337.)
— siehe a. Abstammungslehre, Bakterien, Befruchtungsvorgang, Fortpflanzung, Lebewesen, Organismen, Schädlinge, Tiere, Urtiere.

Blumen. Unsere Bl. u. Pflanzen im Garten. Von Prof. Dr. U. Dammer. Mit 69 Abb. (Bd. 360.)
— **Unsere Bl. u. Pflanzen i. Zimmer.** B. Prof. Dr. U. Dammer. 65 Abb. (Bd. 359.)

Blut. Herz, Blutgefäße und Blut und ihre Erkrankungen. Von Prof. Dr. H. Rosin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)

Botanik, B. d. praktischen Lebens. B. Prof. Dr. P. Gisevius. M. 24 Abb. (Bd. 173.)
— siehe Blumen, Lebewesen, Pflanzen, Pilze, Schädlinge, Wald; Kolonialbotanik, Tabak Abt. VI.

Brille, Das Auge und die Br. Von Prof. Dr. M. v. Rohr. Mit 84 Abb. und 1 Lichtdruck-tafel. 2. Aufl. (Bd. 372.)

Chemie. Einführung in die allg. Ch. B. Studienrat Dr. B. Bavink. M. 24 Fig. (Bd. 582.)
— **Einführung in die organ. Chemie:** Natürl. u. künstl. Pflanzen- u. Tierstoffe. Von Studienrat Dr. B. Bavink. M. 6 Abb. i. Text. 2. Aufl. (Bd. 187.)
— **Einführung i. d. anorganische Chemie.** B. Studienrat Dr. B. Bavink. (598.)
— **Einführung i. d. analyt. Chemie.** B. Dr. F. Rüsberg. 2 Bde. (Bd. 524. 525.)
— **Die künstliche Herstellung von Naturstoffen.** B. Prof. Dr. E. Rüst. (Bd. 674.)
— **Ch. in Küche und Haus.** Von Dr. J. Klein. 4. Aufl. (Bd. 76.)
— siehe a. Biochemie, Elektrochemie, Luft, Photoch.; Agrikulturch., Sprengstoffe, Technik, Chem. Abt. VI.

Chirurgie, Die, unserer Zeit. Von Prof. Dr. J. Feßler. Mit 52 Abb. (Bd. 339.)

Darwinismus, Abstammungslehre und D. Von Prof. Dr. R. Hesse. 5. Aufl. Mit 40 Textabb. (Bd. 39.)

Desinfektion, Sterilisation und Konservierung. Von Reg.- u. Med.-Rat Dr. O. Solbrig. M. 20 Abb. i. T. (Bd. 401.)

Differentialrechnung unter Berücksichtig. d. prakt. Anwendung in der Technik mit zahlr. Beispielen u. Aufgaben versehen. Von Studienrat Dr. M. Lindow. 2. A. M. 45 Fig. i. Text u. 161 Aufg. (387.)
— siehe a. Integralrechnung.

Dynamik s. Mechanik, Aufg. a. d. techn. M. 2 Bd., ebenso Thermodynamik.

Digitized by Google

Eiszeit, Die, und der vorgeschichtliche Mensch. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. G. Steinmann. 2. Aufl. Mit 24 Abb. (Bd. 302.)
Elektrochemie. Von Prof. Dr. K. Arndt. 2. Aufl. Mit Abb. (Bd. 234.)
Elektrotechnik. Grundlagen der E. Von Oberingenieur A. Rotth. 2. Aufl. Mit 74 Abb. (Bd. 391.)
Energie. D. Lehre v. d. E. Von Oberlehr. A. Stein. 2. A. M. 13 Fig. (Bd. 257.)
Entwicklungsgeschichte d. Menschen. Von Dr. A. Heilborn. M. 60 Abb. (Bd. 388.)
Erde s. Weltentstehung u. -untergang.
Ernährung und Nahrungsmittel. 3. Aufl. von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. N. Zuntz. Mit 6 Abb. s. T. u. 2 Taf. (Bd. 19.)
Experimentalchemie s. Luft usw.
Experimentalphysik s. Physik.
Farben s. Licht u. F.; s. a. Farben Abt. VI.
Festigkeitslehre s. Statik.
Fortpflanzung. F. und Geschlechtsunterschiede d. Menschen. Eine Einführung in die Sexualbiologie. V. Prof. Dr. H. Boruttau. 2. Aufl. M. 39 Abb. (Bd. 540.)
Garten. Der Kleine. Von Redakteur Joh. Schneider. 2. Aufl. Mit Abb. (498.)
— **Der Hausgarten.** Von Gartenarchitekt W. Schubert. Mit Abb. (Bd. 502.)
— siehe auch Blumen, Pflanzen; Gartenkunst, Gartenstadtbewegung Abt. VI.
Gebiß. Das menschliche, s. Erkrankung u. Pflege. Von Zahnarzt Fr. Jäger. Mit 24 Abbildungen. (Bd. 229.)
Geisteskrankheiten. V. Geh. Med.-Rat Obermedizinalrat Dr. G. Ilberg. 2. A. (151.)
Genußmittel siehe Arzneimittel u. Genußmittel; Tabak Abt. VI.
Geographie s. Abt. IV.
— Math. G. s. Astronomie u. Erdkunde Abt. IV.
Geologie, Allgemeine. Von Geheimem Bergrat Prof. Dr. Fr. Frech. 6 Bde. (Bd. 207/211 u. Bd. 61.) I.: Vulkane einst und jetzt. 3. Aufl. Mit Titelbild u. 78 Abb. II.: Gebirgsbau und Erdbeben. 3., wesentl. erw. Aufl. Mit Titelbild u. 57 Abb. III. Die Arbeit des fließenden Wassers. M. 56 Abb. 3. Aufl. IV.: Die Bodenbildung, Mittelgebirgsformen und Arbeit des Ozeans. Mit 1 Titelbild und 68 Abb. 3., wesentl. erw. Aufl. V. Steinkohle, Wüsten und Klima der Vorzeit. Mit Titelbild und 49 Abb. 2. Aufl. VI. Gletscher einst u. jetzt. M. Titelbild u. 65 Abb. 2. Aufl.
— s. a. Kohlen, Salzlagerstätt. Abt. VI.
Geometrie. Analyt. G. d. Ebene z. Selbstunterricht. Von Prof. P. Crantz. Mit 55 Fig. (Bd. 504.)
— **Geometr. Zeichnen.** Von Zeichenlehrer A. Schudeisky. (Bd. 568.)
— s. a. Mathematik, Prakt. M., Planim, Projektionsl., Stereometr., Trigonometr.
Geomorphologie s. Allgem. Erdkunde.
Geschlechtskrankheiten. Die, ihr Wesen, ihre Verbreitg., Bekämpfg. u. Verhütg. Für Gebildeten aller Stände bearb. v. Generalarzt Prof. Dr. W. Schumburg. 4. A. Mit 4 Abb. u. 1 mehrfarb. Taf. (251.)
Geschlechtsunterschiede s. Fortpflanzung.
Gesundheitslehre. Von Obermed.-Rat Prof. Dr. M. v. Gruber. 4. Aufl. Mit 26 Abbildungen. (Bd. 1.)
— **G. für Frauen.** Von Dir. Prof. Dr. K. Balsch. Mit 11 Abb. (Bd. 538.)
— s. a. Abwehrkräfte, Bakterien, Leibesüb.
Graph. Darstellung. Die. V. Hofrat Prof. Dr. F. Auerbach. M. 100 Abb. (437.)
Haushalt siehe Bakterien, Chemie, Desinfektion, Naturwissenschaften, Physik.
Haustiere. Die Stammesgeschichte unserer. V. Prof. Dr. C. Keller. M. Fig. 2. Aufl. (Bd. 252.)
— s. a. Kleintierzucht, Tierzüchtg. Abt. VI.
Herz, Blutgefäße und Blut und ihre Erkrankungen. Von Prof. Dr. H. Rolin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)
Hygiene s. Schulhygiene, Stimme.
Hypnotismus und Suggestion. Von Dr. E. Trömner. 2. Aufl. (Bd. 199.)
Immunitätslehre s. Abwehrkräfte d. Körp.
Infinitesimalrechnung. Einführung in die. Von Prof. Dr. G. Kowalewski. 2. Aufl. Mit 18 Fig. (Bd. 197.)
Integralrechnung mit Aufgabensammlung. V. Studienrat Dr. M. Lindow. 2. Aufl. Mit Fig. (Bd. 673.)
Kalender, Der. Von Prof. Dr. W. F. Wislicenus. 2. Aufl. (Bd. 69.)
Kälte, Die. Wesen, Erzeug. u. Verwert. Von Dr. H. Alt. 45 Abb. (Bd. 311.)
Kinematographie s. Abt. VI.
Konservierung siehe Desinfektion.
Korallen u. and. gesteinbild. Tiere. V. Prof. Dr. W. May. Mit 45 Abb. (Bd. 231.)
Kosmetik. Ein kurzer Abriß der ärztlichen Verschönerungskunde. Von Dr. J. Saudek. Mit 10 Abb. im Text. (Bd. 489.)
Lebewesen. Die Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander. Von Prof. Dr. K. Kraepelin. 2. Aufl. M. 132 Abb. I. Der Tiere zueinander. II. Der Pflanzen zueinander u. zu d. Tier. (Bd. 426/427.)
— s. a. Biologie, Organismen, Schädlinge.
Leibesübungen. Die, und ihre Bedeutung für die Gesundheit. Von Prof. Dr. R. Bander. 4. Aufl. M. 27 Abb. (Bd. 13.)
— s. auch Turnen.
Licht, Das, u. d. Farben. Einführung in die Optik. Von Prof. Dr. L. Graetz. 4. Aufl. Mit 100 Abb. (Bd. 17.)
Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus d. Gebiete d. Experimentalchemie. V. Geh. Reg.-Rat Dr. R. Blochmann. 4. Aufl. M. 115 Abb. (Bd. 5.)
Luftstickstoff. D., u. s. Verwertg. V. Prof. Dr. K. Kaiser. 2. A. M. Abb. (Bd. 313.)
Maße und Messen. Von Dr. W. Block. Mit 34 Abb. (Bd. 385.)
Materie s. Weltäther.

Digitized by Google

Mathematik. Einführung in die Mathematik. Von Oberlehrer W. Mendelssohn. Mit 42 Fig. (Bd. 503.)
— **Math. Formelsammlung.** Ein Wiederholungsbuch der Elementarmathematik. Von Prof. Dr. S. Jakobi. (Bd. 567.)
— **Naturwissensch. u. M. i. klass. Altertum.** Von Prof. Dr. Joh. L. Heiberg. Mit 2 Fig. (Bd. 370.)
— **Praktische M.** Von Prof. Dr. R. Neuendorff. I. Graphische Darstellungen. Verkürztes Rechnen. Das Rechnen mit Tabellen. Mechanische Rechenhilfsmittel. Kaufmännisches Rechnen i. tägl. Leben. Wahrscheinlichkeitsrechnung. 2., verb. A. M. 29 Fig. i. T. u. 1 Taf. II. Geom. Zeichnen. Projektionsl. Flächenmessung. Körpermessung. M. 133 Fig. (341, 526.)
— **Mathemat. Spiele.** V. Dr. W. Ahrens. 3. Aufl. M. Titelb. u. 77 Fig. (Bd. 170.)
— s. a. **Arithmetik, Differentialrechnung, Geometrie, Infinitesimalrechnung, Integralrechnung, Perspektive, Planimetrie, Projektionslehre, Trigonometrie, Vektorrechnung, Wahrscheinlichkeitsrechnung.**

Mechanik. Von Prof. Dr. Hamel. 3 Bde. I. Grundbegriffe der M. II. M. d. festen Körper. III. M. d. flüss. u. luftförm. Körper. (Bd. 684/686.)
— **Aufgaben aus d. techn. Mechanik.** V. Prof. N. Schmitt. M. zahlr. Fig. f. Bewegungsl., Statik. 156 Aufg. u. Lös. II. Dynamik. 140 Aufg. u. Lös. (558/559.)
— siehe auch Statik.

Meer. Das M., s. Erforsch. u. s. Leben. Von Prof. Dr. O. Janson. 3. A. M. 40 Fig. (Bd. 30.)
Mensch u. Erde. Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von Prof. Dr. A. Kirchhoff. 4. A. (Bd. 31.)
— s. auch Eiszeit, Entwicklungsgeschichte, Urzeit.
— Natur u. Mensch siehe Natur.

Menschl. Körper. Bau u. Tätigkeit d. menschl. K. Einführ. i. d. Physiol. d. M. V. Prof. Dr. H. Sachs. 4. Aufl. M. 34 Abb. (32.)
— s. auch Anatomie, Arbeitsleistungen, Auge, Blut, Gebiß, Herz, Fortpflanzg., Nervensystem, Physiol., Sinne, Verbild.

Mikroskop, Das. Allgemeinverständl. dargestellt. Von Prof. Dr. W. Scheffer. Mit 99 Abb. 2. Aufl. (Bd. 35.)

Moleküle u. Atome. Von Prof. Dr. G. Mie. 4. Aufl. Mit Fig. (Bd. 58.)
— s. a. Weltäther.

Mond, Der. Von Prof. Dr. J. Franz. Mit 34 Abb. 2. Aufl. (Bd. 90.)
Nahrungsmittel s. Ernährung u. N.
Natur u. Mensch. H. Direkt. Prof. Dr. M. G. Schmidt. Mit 19 Abb. (Bd. 458.)
Naturlehre. Die Grundbegriffe der modernen N. Einführung in die Physik. Von Hofrat Prof. Dr. F. Auerbach. 4. Aufl. Mit 71 Fig. (Bd. 40.)
Naturphilosophie, Die mod. V. Privatdoz. Dr. J. M. Verweyen. 2. A. (Bd. 491.)
Naturwissenschaft. Religion und N. in Kampf u. Frieden. Ein geschichtl. Rückblick. V. Pfarrer Dr. A. Pfannkuche. 2. Aufl. (Bd. 141.)
— **N. und Technik.** Am sausenden Webstuhl d. Zeit. Übersicht üb. d. Wirkungen d. Naturw. u. Technik a. d. ges. Kulturleben. V. Prof. Dr. W. Launhardt. 3. Aufl. Mit 3 Abb. (Bd. 23.)
— **N. u. Math. i. klass. Altert.** V. Prof. Dr. J. L. Heiberg. 2 Fig. (Bd. 370.)

Nerven. Vom Nervensystem, sein. Bau u. sein. Bedeutung für Leib u. Seele im gesund. u. krank. Zustande. V. Prof. Dr. R. Sander. 3. Aufl. M. 27 Fig. (Bd. 48.)
— siehe auch Anatomie.

Optik. Die opt. Instrumente. Lupe, Mikroskop, Fernrohr, photogr. Objektiv u. ihnen verwandte Instr. V. Prof. Dr. M. v. Rohr. 3. Aufl. M. 89 Abb. (88.)
— s. a. Auge, Brille, Kinemat., Licht u. Farbe, Mikrosk., Spektroskopie, Strahlen.

Organismen. D. Welt d. O. In Entwickl. und Zusammenhang dargestellt. Von Oberstudienrat Prof. Dr. K. Lambert. Mit 52 Abb. (Bd. 236.)
— siehe auch Lebewesen.

Paläozoologie siehe Tiere der Vorwelt.
Perspektive, Die, Grundzüge d. P. nebst Anwendg. V. Prof. Dr. K. Doehlemann. Mit 91 Fig. u. 11 Abb. (Bd. 510.)

Pflanzen. Die fleischfress. Pfl. V. Prof. Dr. A. Wagner. Mit 82 Abb. (Bd. 344.)
— **Uns. Blumen u. Pfl. i. Garten.** V. Prof. Dr. U. Dammer. M. 69 Abb. (Bd. 360.)
— **Uns. Blumen u. Pfl. i. Zimmer.** V. Prof. Dr. U. Dammer. M. 65 Abb. (Bd. 359.)
— s. auch Botanik, Garten, Lebewesen, Pilze, Schädlinge.

Pflanzenphysiologie. V. Prof. Dr. H. Molisch. Mit 63 Fig. (Bd. 569.)
Photochemie. Von Prof. Dr. G. Kümmell. Mit 23 Abb. i. Text u. a. 1 Taf. 2. Aufl. (Bd. 227.)
Photographie s. Abt. VI.
Physik. Werdegang d. mod. Ph. V. Oberl. Dr. H. Keller. M. Fig. 2. Aufl. (343.)
— **Experimentalphysik. Gleichgewicht u. Bewegung.** Von Geh. Reg.-Rat. Prof. Dr. R. Börnstein. M. 90 Abb. (371.)
— **Physik in Küche und Haus.** Von Prof. H. Speitkamp. M. 51 Abb. (Bd. 478.)
— **Große Physiker.** Von Prof. Dr. F. A. Schulze. 2. Aufl. Mit 6 Bildn. (324.)
— s. auch Energie, Naturlehre, Optik, Relativitätstheorie, Wärme; ebenso Elektrotechnik Abt. VI.

Physiologie. Ph. d. Menschen. V. Privatdoz. Dr. A. Lipschütz. 4 Bde. I: Allgem. Physiologie. II: Physiologie d. Stoffwechsels. III: Ph. d. Atmung, d. Kreislaufs u. d. Ausscheidung. IV: Ph. der Bewegungen und der Empfindungen. (Bd. 527—530.)
— siehe auch Arbeitsleistungen, Menschl. Körper, Pflanzenphysiologie.

Digitized by Google

Pilze, Die. Von Dr. A. Eichinger. Mit — s. a. Bakterien. (64 Abb. (Bd. 334.)
Planeten, Die. Von Prof. Dr. B. Peter. Mit Fig. 2. Aufl. von Dr. H. Naumann. (Bd. 240.)
Planimetrie z. Selbstunterricht. V. Prof. V. Crantz. M. 94 Fig. 2. Aufl. (340.)
Praktische Mathematik s. Mathematik.
Projektionslehre. In kurzer leichtfaßlicher Darstellung f. Selbstunterr. u. Schulgebr. Von Zeichenl. A. Schudeisky. Mit 208 Fig. im Text. (Bd. 564.)
Radium, Das, und die Radioaktivität V. Dr. M. Centnerszwer. M. 33 Abb. (Bd. 405.)
Rechenmaschinen, Die, und das Maschinenrechnen. Von Reg.-Rat Dipl.-Ing. K. Lenz. Mit 43 Abb. (Bd. 490.)
Relativitätstheorie, Einführung in die. Von Dr. W. Bloch. (Bd. 618.)
Röntgenstrahlen, D. R. u. ihre Anwendg. V. Dr. med. G. Bucky. M. 85 Abb. i. T. u. auf 4 Tafeln. (Bd. 556.)
Säuglingspflege. Von Dr. E. Kobrak. 2. Aufl. Mit Abb. (Bd. 154.)
Schachspiel, Das, und seine strategischen Prinzipien. V. Dr. M. Lange. 3., veränd. Aufl. Mit 2 Bildn., 1 Schachbrettaiel u. 43 Darst. v. Übungsbeispiel. (Bd. 281.)
— **Die Hauptvertreter der Schachspielkunst u. d. Eigenart ihrer Spielführung.** Von Dr. M. Lange. (Bd. 531.)
Schädlinge, Die, im Tier- u. Pflanzenreich u. i. Bekämpf. V. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. K. Eckstein. 3. A. M. 36 Fig. (18.)
Schulhygiene. Von Prof. Dr. L. Burgerstein. 3. Aufl. Mit 43 Fig. (Bd. 96.)
Sexualbiologie s. Fortpflanzung, Pflanzen.
Sexualethik. V. Prof. Dr. H. E. Timerding. (Bd. 592.)
Sinne d. Mensch., D. Sinnesorgane u. Sinnesempfindungen. V. Hofrat Prof. Dr. J. Kreibig. 3. Aufl. M. 30 Abb. (27.)
Sonne, Die. Von Dr. A. Krause. Mit 64 Abb. (Bd. 357.)
Spektroskopie. Von Dr. L. Grebe. 2. Aufl. Mit Abb. (Bd. 284.)
Spiel siehe Mathem. Spiele, Schachspiel.
Sprache. Entwicklung der Spr. und Heilung ihrer Gebrechen bei Normalen, Schwachsinnigen und Schwerhörigen. V. Lehrer K. Nickel. (Bd. 586.)
— siehe auch Rhetorik, Sprache Abt. III.
Statik. Mit Einschluß der Festigkeitslehre. V. Baugewerkschuldirektor Reg.-Baum. A. Schau. Mit 149 Fig. i. T. (Bd. 497.)
— siehe auch Mechanik.
Sterilisation siehe Desinfektion.
Stickstoff s. Luftstickstoff.
Stimme, Die menschliche St. und ihre Hygiene. Von Prof. Dr. B. H. Gerber. 3., veränd. Aufl. Mit 20 Abb. (Bd. 136.)
Strahlen, Sichtbare u. unsichtb. V. Prof. Dr. R. Börnstein und Prof. Dr. W. Marckwald. 3. Aufl. von Prof. Dr. E. Regener. Mit Abb. (Bd. 64.)
Suggestion, Hypnotismus und Suggestion. V. Dr. E. Trömner. 2. Aufl. (Bd. 199.)
Süßwasser-Plankton, Das. V. Prof. Dr. O. Zacharias. 2. A. 57 Abb. (Bd. 156.)
Thermodynamik s. Abt. VI.
Tiere, T. der Vorwelt. Von Prof. Dr. O. Abel. Mit 31 Abb. (Bd. 399.)
— **Die Fortpflanzung der T.** V. Prof. Dr. R. Goldschmidt. Mit 77 Abb. (Bd. 253.)
— **Tierkunde, Eine Einführung in die** Zoologie. Von Privatdozent Dr. K. Henning s. Mit 31 Abb. (Bd. 142.)
— **Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere.** Von Prof. Dr. O. Maas. Mit 11 Karten und Abb. (Bd. 139.)
— **Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus).** Von Dr. Fr. Knauer. Mit 37 Fig. (Bd. 148.)
— s. auch Aquarium, Bakterien, Haustiere, Korallen, Lebewesen, Schädlinge, Urtiere, Vogelleben, Vogelzug, Wirbeltiere.
Tierzucht siehe Abt. VI: Kleintierzucht, Tierzüchtung.
Trigonometrie, Ebene, z. Selbstunterr. V. Prof. V. Crantz. 2. Aufl. M. 50 Fig. (Bd. 431.)
— **Sphärische Tr.** Von Prof. V. Crantz. (Bd. 605.)
Tuberkulose, Die, Wesen, Verbreitung, Ursache, Verhütung und Heilung. Von Generalarzt Prof. Dr. W. Schumburg. 2. Aufl. M. 1 Taf. u. 8 Fig. (Bd. 47.)
Turnen. Von Oberl. F. Eckardt. Mit 1 Bildnis Jahns. (Bd. 583.)
— s. auch Leibesübungen, Anatomie b. Menschen Bd. VI.
Urtiere, Die. Einführung i. d. Wissenschaft vom Leben. Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. 2. A. M. 44 Abb. (Bd. 160.)
Urzeit, Der Mensch d. U. Vier Vorlesung. aus der Entwicklungsgeschichte des Menschengeschlechts. Von Dr. A. Heilborn. 3. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 62.)
Vektorrechnung. Einführung in die. Von Prof. Dr. F. Jung. (Bd. 668.)
Verbildungen, Körperliche, im Kindesalter u. ihre Verhütung. Von Dr. M. David. Mit 26 Abb. (Bd. 321.)
Vererbung. Erp. Abstammgs.- u. V.-Lehre. Von Prof. Dr. E. Lehmann. Mit 20 Abbildungen. (Bd. 379.)
— **Geistige Veranlagung u. V.** Von Dr. phil. et med. G. Sommer. (Bd. 512.)
Vogelleben, Deutsches. Zugleich als Exkursionsbuch für Vogelfreunde. V. Prof. Dr. A. Voigt. 2. Aufl. (Bd. 221.)
Vogelzug und Vogelschutz. Von Dr. W. R. Eckardt. Mit 6 Abb. (Bd. 218.)
Wahrscheinlichkeitsrechnung, Einführ. in die. Von Prof. Dr. R. Supvantschitsch. (Bd. 580.)
Wald, Der deutsche. V. Prof. Dr. H. Hausrath. 2. Aufl. M. Bilderanh. u. 2. Karten.
— siehe auch Holz Abt. VI. (Bd. 153.)

Digitized by Google

Wärme. Die Lehre v. d. W. V. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. R. Börnstein. Mit Abb. 2. Aufl. v. Prof. Dr. A. Wigand. (172.)
— s. a. Luft, Wärmekraftmasch., Wärmelehre, techn. Thermodynamik Abt. VI.
Wasser, Das. Von Geh. Reg.-Rat Dr. O. Anselmino. Mit 44 Abb. (Bd. 291.)
Weidwerk, D. dtsche. V. Forstmstr. G. Frhr. v. Nordenflycht. M. Titelb. (Bd. 436.)
Weltall, Der Bau des W. Von Prof. Dr. J. Scheiner. 4. A. M. 26 Fig. (Bd. 24.)
Weltäther und Materie. Von Prof. Dr. G. Mie. Mit Fig. 4. Aufl. (Bd. 59.)
— s. auch Moleküle.
Weltbild. Das astronomische W. im Wandel der Zeit. Von Prof. Dr. S. Oppenheim. 2. Aufl. Mit 19 Abb. (Bd. 110.)
— siehe auch Astronomie.
Weltentstehung. Entstehung d. W. u. d. Erde nach Sage u. Wissensch. V. Prof. Dr. M. B. Weinstein. 2. Aufl. (Bd. 223.)
Weltuntergang. Untergang der Welt und der Erde nach Sage und Wissenschaft. V. Prof. Dr. M. B. Weinstein. (Bd. 470.)
Wetter. Unser W. Eine Einführ. in die Klimatologie Deutschl. an d. Hand v. Wetterkarten. 2. Aufl. V. Dr. R. Hennig. Mit Abb. (Bd. 349.)
— **Einführung in die Wetterkunde.** Von Prof. Dr. L. Weber. 3. Aufl. u. „Wind und Wetter". Mit 28 Fig. u. 3 Taf. (Bd. 55.)
Wirbeltiere. Vergleichende Anatomie der Sinnesorgane der W. Von Prof. Dr. W. Lubosch. Mit 107 Abb. (Bd. 282.)
Zahnheilkunde siehe Gebiß.
Zellen- und Gewebelehre siehe Anatomie des Menschen, Biologie.
Zoologie s. Abstammungsl., Aquarium, Biologie, Schädlinge, Tiere, Urtiere, Vogelleben, Vogelzug, Weidwerk, Wirbeltiere.

VI. Recht, Wirtschaft und Technik.

Agrikulturchemie. Von Dr. W. Krische. Mit 21 Abb. (Bd. 314.)
Angestellte siehe Kaufmännische A.
Antike Wirtschaftsgeschichte. V. Priv.-Doz. Dr. O. Neurath. 2., umgearb. A. (258.)
— siehe auch Antikes Leben Abt. IV.
Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung. V. Geh. Hofrat Prof. Dr. O. v. Zwiedineck-Südenhorst. 2. Aufl. (78.)
Arbeitsleistungen des Menschen, Die. Einführ in d. Arbeitsphysiologie. V. Prof. Dr. H. Boruttau. M. 14 Fig. (Bd. 539.)
— **Berufswahl, Begabung u. A. in ihren gegenseitigen Beziehungen.** Von W. J. Ruttmann. Mit 7 Abb. (Bd. 522.)
Arzneimittel und Genußmittel. Von Prof. Dr. O. Schmiedeberg. (Bd. 363.)
Arzt, Der. Seine Stellung und Aufgaben im Kulturleben der Gegenw. Von Dr. med. M. Fürst. (Bd. 265.)
Automobil, Das. Eine Einf. in d. Bau d. heut. Personen-Kraftwagens. V. Ob.-Ing. K. Blau. 3., überarb. Aufl. M. 98 Abb. u. 1 Titelbild. (Bd. 166.)
Baukunde s. Eisenbetonbau.
Baukunst siehe Abt. III.
Beleuchtungswesen, Das moderne. Von Ing. Dr. H. Lux. M. 54 Abb. (Bd. 433.)
Bergbau. Von Bergassessor F. W. Wedding. (Bd. 467.)
Bewegungslehre s. Mechan., Aufg. a. d. M.
Bierbrauerei. Von Dr. A. Bau. Mit 47 Abb. (Bd. 333.)
Bilanz s. Buchhaltung u. B.
Blumen. Uns. Bl. u. Pfl. i. Garten. Von Prof. Dr. M. Dammer. Mit 69 Abb. (Bd. 360.)
— **Uns. Bl. u. Pfl. i. Zimmer.** V. Prof. Dr. U. Dammer. M. 65 Abb. (Bd. 359.)
— siehe auch Garten.
Brauerei s. Bierbrauerei.
Buch. Wie ein B. entsteht. V. Prof. A. W. Unger. 4. Aufl. M. 7 Taf. u. 26 Abb. im Text. (Bd. 175.)
— s. a. Schrift- u. Buchwesen Abt. IV.
Buchhaltung u. Bilanz, Kaufm., und ihre Beziehungen z. buchhalter. Organisation, Kontrolle u. Statistik. V. Dr. P. Gerstner. Mit 4 schemat. Darstell. 2. Aufl. (Bd. 507.)
Chemie in Küche und Haus. Von Dr. J. Klein. 4. Aufl. (Bd. 76.)
— s. auch Agrikulturchemie, Elektrochemie, Farben, Sprengstoffe, Technik; ferner Chemie Abt. V.
Dampfkessel siehe Feuerungsanlagen.
Dampfmaschine, Die. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 2 Bde. I: Wirkungsweise des Dampfes im Kessel und in der Maschine. 4. Aufl. M. 37 Abb. (Bd. 393.) II: Ihre Gestaltung und Verwendung. 2. Aufl. Mit 105 Abb. (Bd. 394.)
Desinfektion. Sterilisation und Konservierung. Von Reg.- und Med.-Rat Dr. O. Solbrig. Mit 20 Abb. (Bd. 401.)
Deutsch s. Handel, Handwerk, Landwirtschaft, Verfassung, Weidwerk, Wirtschaftsleben, Zivilprozeßrecht; Reich Abt. IV.
Drähte und Kabel. Ihre Anfertigung und Anwend. in d. Elektrotechnik. V. Telegr.-Insp. H. Brick. M. 43 Abb. (Bd. 285.)
Dynamik s. Mechanik, Aufg. a. d. M. 2 Bd., ebenso Thermodynamik.
Eisenbahnwesen, Das. Von Eisenbahnbau- u. Betriebsinsp. a. D. Dr.-Ing. E. Biedermann. 2 Aufl. M. 56 Abb. (144.)
Eisenbetonbau, Der. V. Dipl.-Ing. E. Haimovici. 2. Aufl. M. Abb. u. 38 Skizzen sowie 8 Rechnungsbeisp. (Bd 275.)
Eisenhüttenwesen, Das. Von Geh. Bergr. Prof. Dr. H. Wedding. 5. Aufl. v. Bergassessor F. W. Wedding. M. Fig. (20.)

Digitized by Google

Elektrische Kraftübertragung, Die. V. Ing. P. Köhn. Mit 137 Abb. (Bd. 424.)

Elektrochemie. Von Prof. Dr. K. Arndt. Mit 38 Abb. (Bd. 234.)

Elektrotechnik. Grundlagen d. E. V. Obering. A. Roth. 2. Aufl. M. 74 Abb. (391.)
— s. auch Drähte u. Kabel, Telegraphie.

Erbrecht. Testamentserrichtung und E. Von Prof. Dr. F. Leonhard. (Bd. 429.)

Ernährung u. Nahrungsmittel s. Abt. V.

Farben u. Farbstoffe. J. Erzeug. u. Verwend. V Dr. A. Hart. 31 Abb. (Bd. 483.)
— siehe auch Licht Abt. V.

Fernsprechtechnik s. Telegraphie.

Feuerungsanlagen, Industr., u. Dampfkessel. V. Ing. J. E. Mayer. 88 Abb. (Bd. 348.)

Finanzwissenschaft. Von Prof. Dr. S. V. Altmann. 2 Bde. 2. Aufl. I. Allg. Teil. II. Besond. Teil. (Bd. 549—550.)
— siehe auch Geldwesen.

Funkentelegraphie siehe Telegraphie.

Fürsorge siehe Kriegsbeschädigtenfürsorge, Kinderfürsorge.

Garten. Der Kleingarten. V. Hauptschriftl. Joh. Schneider. 2. Aufl. Mit Abb. (Bd. 498.)

— **Der Hausgarten.** Von Gartenarchitekt W. Schubert. Mit Abb. (Bd. 502.)
— siehe auch Blumen.

Gartenkunst. Gesch. d. G. V. Baurat Dr.-Ing. Chr. Rauch. M. 41 Abb. (Bd. 274.)

Gartenstadtbewegung, Die. Von Landeswohnungsinspektor Dr. H. Kampffmeyer. 2. Aufl. M. 43 Abb. (Bd. 259.)

Gefängniswesen s. Verbrechen.

Geldwesen, Zahlungsverkehr u. Vermögensverwalt. Von G. Maier. 2. Aufl. (398.)
— s. a. Finanzwissensch.; Münze Abt. IV.

Genußmittel siehe Arzneimittel und Genußmittel, Tabak.

Geschütze. Von Generalmajor a. D. K. Bahn. (Bd. 365.)

Gewerblicher Rechtsschutz i. Deutschland. V. Patentanw. V. Tolksdorf. (Bd. 138.)
— siehe auch Urheberrecht.

Graphische Darstell., Die. V. Hofrat Prof. Dr. F. Auerbach. M. 100 Abb. (Bd. 437.)

Handel. Geschichte d. Welth. Von Realgymnasialdirektor Dr. M. G. Schmidt. 3. Aufl. (Bd. 118.)
— **Geschichte des deutschen Handels.** Seit d. Ausgang des Mittelalters. Von Dir. Prof. Dr. W. Langenbeck. 2. Aufl. Mit 16 Tabellen. (Bd. 237.)

Handfeuerwaffen, Die. Entwickl. u. Techn. V. Major R. Weiß. 69 Abb. (Bd. 364.)

Handwerk, D. deutsche, in s. kulturgeschichtl. Entwicklg. V. Geh. Schulr. Dr. E. Otto. 4. Aufl. M. 33 Abb. auf 12 Taf. (Bd. 14.)

Haushalt s. Chemie. Desinfektion, Garten, Jurisprudenz, Physik; Nahrungsmittel Abt. IV; Bakterien Abt. V.

Häuserbau siehe Baukunde, Beleuchtungswesen, Heizung und Lüftung.

Hebezeuge. Hilfsmittel zum Heben fester, flüssiger und gasf. Körper. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 2. Aufl. M. 67 Abb. (Bd. 196.)

Heizung und Lüftung. Von Ingenieur J. E. Mayer. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)

Holz, Das H., seine Bearbeitung u. seine Verwendg. V. Insp. J. Großmann. Mit 39 Originalabb. i. T. (Bd. 473.)

Hotelwesen, Das. Von V. Dammetienne. Mit 30 Abb. (Bd. 331.)

Hüttenwesen siehe Eisenhüttenwesen.

Japaner, Die, i. d. Weltwirtschaft. V. Prof. Dr. K. Rathgen. 2. Aufl. (Bd. 72.)

Immunitätslehre s. Abwehrkräfte Abt. V.

Ingenieurtechnik. Schöpfungen d. 3. d. Neuzeit. Von Geh. Regierungsrat M. Geitel. Mit 32 Abb. (Bd. 28.)

Instrumente siehe Optische J.

Kabel s. Drähte und K.

Kälte, Die, ihr Wesen, ihre Erzeugung und Verwertung. Von Dr. H. Alt. Mit 45 Abb. (Bd. 311.)

Kaufmann. Das Recht des K. Ein Leitfaden f. Kaufleute, Studier. u. Juristen. V. Justizrat Dr. M. Strauß. (Bd. 409.)

Kaufmännische Angestellte, D. Recht d. k. A. Von Justizrat Dr. M. Strauß. (Bd. 361.)

Kinderfürsorge. Von Prof. Dr. Chr. J. Klumker. (Bd. 620.)

Kinematographie. Von Dr. H. Lehmann. Mit Abb. 2. Aufl. von Dr. W. Mertè. (Bd. 358.)

Klein- u. Straßenbahnen, Die. V. Obering. a. D. Oberlehrer A. Liebmann. Mit 85 Abb. (Bd. 322.)

Kleintierzucht, Die. Von Hauptschriftleiter Joh. Schneider. Mit 59 Fig. i. Text u. auf 6 Tafeln. (Bd. 604.)
— siehe auch Tierzüchtung.

Kohlen, Unsere. V. Bergass. V. Kukuk. Mit 60 Abb. i. Text u. 3 Taf. (Bd. 396.)

Kolonialbotanik. Von Prof. Dr. F. Tobler Mit 21 Abb. (Bd. 184.)

Kolonisation, Innere. Von A. Brenning. (Bd. 261.)

Konservierung siehe Desinfektion.

Konsumgenossenschaft, Die. Von Prof. Dr. F. Staudinger. (Bd. 222.)
— s. auch Mittelstandsbewegung, Wirtschaftliche Organisationen.

Kraftanlagen siehe Feuerungsanlagen und Dampfkessel, Dampfmaschine, Wärmekraftmaschine, Wasserkraftmaschine.

Kraftübertragung. Die elektrische. Von Ing. V. Köhn. Mit 137 Abb. (Bd. 424.)

Krieg. Kulturgeschichte d. K. V. Prof. Dr. K. Weule, Geh. Hofrat Prof. Dr. E. Bethe, Prof. Dr. B. Schmeidler, Prof. Dr. A. Doren, Prof. D. V. Herre. (Bd. 561.)

Digitized by Google

Kriegsbeschädigtenfürsorge. In Verbindung mit Med.-Rat, Oberstabsarzt u. Chefarzt Dr. Nebentisch, Gewerbeschuldir. H. Back, Direktor des Städt. Arbeitsamts Dr. Schlotter herausgeg. von Dr. S. Kraus, Leiter des Städt. Fürsorgeamts für Kriegshinterbliebene in Frankfurt a. M. Mit 2 Abbildungstafeln. (Bd. 523.)

Kriegsschiffe, Unsere. Ihre Entstehung und Verwendung. Von Geh. Marinebaurat a. D. E. Krieger. 2. Aufl. von Marinebaurat Fr. Schürer. Mit 62 Abbildungen. (Bd. 389.)

Kriminalistik, Moderne. Von Amtsrichter Dr. A. Hellwig. M. 18 Abb. (Bd. 476.)
— s. a. Verbrechen, Verbrecher.

Küche siehe Chemie in Küche und Haus.

Landwirtschaft, Die. B. Dr. W. Claaßen. 2. Aufl. M. 15 Abb. u. 1 Karte. (215.)
— s. auch Agrikulturchemie, Kleintierzucht, Luftstickstoff, Tierzüchtung; Haustiere, Tierkunde Abt. V.

Landwirtschaftl. Maschinenkunde. B. Prof. Dr. G. Fischer. 2. Aufl. M. Abb. (316.)

Luftfahrt, Die, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre technische Entwicklung. Von Dr. R. Nimführ. 3. Aufl. v. Dr. Fr. Huth. M. 60 Abb. (Bd. 300.)

Luftstickstoff. Der, u. s. Verw. B. Prof. Dr. K. Kaiser. M. 13 Abb. (Bd. 313.)

Lüftung, Heizung und L. Von Ingenieur J. E. Mayer. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)

Marx, Karl. Versuch einer Einführung. Von Prof. Dr. R. Wilbrandt. (621.)
— s. auch Sozialismus.

Maschinen s. Hebezeuge, Dampfmaschine, Landwirtsch. Maschinenkunde, Wärmekraftmasch., Wasserkraftmasch.

Maschinenelemente. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 2. A. M. 175 Abb. (Bd. 301.)

Maße und Messen. Von Dr. W. Block. Mit 34 Abb. (Bd. 385.)

Mechanik. B. Prof. Dr. G. Hamel. 3 Bde. I. Grundbegriffe d. M. II. M. der festen Körper. III. M. d. flüss. u. luftförm. Körper. (Bd. 684/686.)
— Aufgaben aus der technischen M. f. d. Schul- u. Selbstunterr. B. Prof. R. Schmitt. M. zahlr. Fig. I. Bewegungsl., Statik. 156 Aufg. u. Lösungen. II. Dynam. 140 A. u. Lös. (Bd. 558/559.)

Messen siehe Maße und Messen.

Metalle, Die. Von Prof. Dr. K. Scheid. 3. Aufl. Mit 11 Abb. (Bd. 29.)

Miete, Die, nach d. BGB. Ein Handbüchlein f. Juristen, Mieter u. Vermieter. B. Justizrat Dr. M. Strauß. (194.)

Mikroskop, Das. Gemeinverständlich dargestellt von Prof. Dr. W. Scheffer. 2. Aufl. Mit 99 Abb. (Bd. 35.)

Milch, Die, und ihre Produkte. Von Dr. A. Reiß. Mit 16 Abb. (Bd. 362.)

Mittelstandsbewegung, Die moderne. Von Dr. L. Müsselmann. (Bd. 417.)
— siehe Konsumgenossen., Wirtschaftl. Org.

Nahrungsmittel s. Abt. V.

Naturwissensch. u. Technik. Am sauf. Webstuhl d. Zeit. übers. üb. d. Wirkgen. d. Entw. d. N. u. T. a. d. ges. Kulturleb. B. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. W. Launhardt. 3. Aufl. Mit 3 Abb. (Bd. 23.)

Nautik. Von Dir. Dr. J. Möller. Mit 58 Abb. (Bd. 255.)

Optischen Instrumente, Die. Lupe, Mikroskop, Fernrohr, photogr. Objektiv u. ihnen verw. Instr. Von Prof. Dr. M. v. Rohr. 3. Aufl. M. 89 Abb. (Bd. 88.)

Organisationen, Die wirtschaftlichen. Von Prof. Dr. E. Lederer. (Bd. 428.)

Ostmark, Die. Eine Einführ. i. d. Probleme ihrer Wirtschaftsgesch. Hrsg. von Prof. Dr. W. Mitscherlich. (Bd. 351.)

Patente u. Patentrecht s. Gewerbl. Rechtsschutz.

Perpetuum mobile, Das. B. Dr. Fr. Ichak. Mit 38 Abb. (Bd. 462.)

Photochemie. Von Prof. Dr. G. Kümmell. 2. Aufl. Mit 23 Abb. i. Text u. auf 1 Tafel. (Bd. 227.)

Photographie, Die, ihre wissenschaftlichen Grundlagen u. i. Anwendung. B. Dr. O. Prelinger. 2. Aufl. Mit Abb. (414.)
— **Die künstlerische Ph.** B. Dr. W. Warstat. Mit Bilderanh. (2 Tafeln). (410.)
— **Angewandte Liebhaber-Photographie, ihre Technik und ihr Arbeitsfeld.** Von Dr. W. Warstat. Mit Abb. (Bd. 535.)

Physik in Küche und Haus. Von Prof. Dr. O. Speitkamp. M. 51 Abb. (Bd. 478.)
— siehe auch Physik in Abt. V.

Postwesen, Das. Von Kaiserl. Oberpostrat O. Sieblist. 2. Aufl. (Bd. 182.)

Rechenmaschinen. Die, und das Maschinenrechnen. Von Reg.-Rat Dipl.-Ing. K. Lenz. Mit 43 Abb. (Bd. 490.)

Recht siehe Erbrecht, Gewerbl. Rechtsschutz, Kaufm. Angest., Urheberrecht, Verbrechen, Kriminalistik, Verfassungsrecht, Zivilprozeßrecht.

Rechtsprobleme, Moderne. B. Geh. Justizr. Prof. Dr. J. Kohler. 3. Aufl. (Bd. 128.)

Salzlagerstätten, Die deutschen. Ihr Vorkommen, ihre Entstehung und die Verwertung ihrer Produkte in Industrie und Landwirtschaft. Von Dr. E. Riemann. Mit 27 Abb. (Bd. 407.)
— siehe auch Geologie Abt. V.

Schiffbau siehe Kriegsschiffe.

Schmuckst., Die, u. d. Schmucksteinindustr. B. Dr. A. Eppler. M. 64 Abb. (Bd. 376.)

Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von G. Maier. 5. Aufl. (Bd. 2.)
— s. a. Arbeiterschutz u. Arbeiterversicher.

Sozialismus. Gesch. der sozialist. Ideen i. 19. Jrh. B. Privatdoz. Dr. Fr. Muckle. 2. A. I: D. ration. Soz. II: Proudhon u. d. entwicklungsgeschichtl. Soz. (Bd. 269, 270.)

Digitized by Google

Sozialismus siehe auch Marx; Rom, Soziale Kämpfe im alten Rom. Abt. IV.

Spinnerei, Die. Von Dir. Prof. M. Lehmann. Mit 35 Abb. (Bd. 338.)

Sprengstoffe, Die, ihre Chemie u. Technologie. V. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. R. Biedermann. 2. Aufl. M. 12 Fig. (286.)

Staat siehe Abt. IV.

Statik. Mit Einschluß der Festigkeitslehre. Von Reg.-Baum. Baugewerkschuldirekt. A. Schau. M. 149 Fig. i. T. (Bd. 497.)
— siehe auch Mechanik, Aufg. a. d. M. I.

Statistik. V. Prof. Dr. S. Schott. (442.)

Strafe und Verbrechen, Geschichte u. Organisation d. Gefängniswesens. V. Strafanstaltsdir. Dr. med. P. Pollitz. (Bd. 323.)

Straßenbahnen. Die Klein- u. Straßenb. Von Oberingenieur a. D. Oberlehrer A. Liebmann. M. 82 Abb. (Bd. 322.)

Tabak, Der. Anbau, Handel u. Verarbeit. V. Jac. Wolf. M. 17 Abb. (Bd. 416.)

Technik, Die chemische. Von Dr. A. Müller. Mit 24 Abb. (Bd. 191.)

Telegraphie. Das Telegraphen- u. Fernsprechwesen. Von Kaiserl. Obervostrat O. Sieblist. 2. Aufl. (Bd. 183.)
— **Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung.** V. Oberpost-Insp. H. Brick. 2. A. Mit 65 Abb. (Bd. 235.)
— **Die Funkentelegr.** V. Telegr.-Insp. H. Thurn. 4. Aufl. M. 51 Abb. (Bd. 167.)
— siehe auch Drähte und Kabel.

Testamentserrichtung und Erbrecht. Von Prof. Dr. F. Leonhard. (Bd. 429.)

Thermodynamik, Praktische. Aufsätze u. Beispiele zur mechanischen Wärmelehre. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. R. Vater. Mit 40 Abb. i. Text u. 3 Taf. (Bd. 396.)
— siehe auch Wärmelehre.

Tierzüchtung. Von Tierzuchtdirektor Dr. G. Wilsdorf. Mit 40 Abb. im Text und 12 Taf. 2. Aufl. (Bd. 369.)
— siehe auch Kleintierzucht.

Uhr, Die. Grundlagen u. Technik d. Zeitmessg. V. Prof. Dr.-Ing. H. Boch. 2., umgearb. Aufl. Mit 55 Abb. i. T. (216.)

Urheberrecht. Das Recht an Schrift- und Kunstwerken. Von Rechtsanw. Dr. R. Mothes. (Bd. 435.)
— siehe auch gewerblich. Rechtsschutz.

Verbrechen, Strafe und V. Geschichte u. Organisation d. Gefängniswesens. V. Strafanst.-Dir. Dr. med. P. Pollitz. (Bd. 323.)
— **Moderne Kriminalistik.** V. Amtsrichter Dr. A. Hellwig. M. 18 Abb. (Bd. 476.)

Verbrecher. Die Psychologie des V. (Kriminalpsych.) V. Strafanstaltsdir. Dr. med. P. Pollitz. 2. A. M. 5 Diagr. (Bd. 248.)
— s. a. Handschriftenbeurt. Abt. I.

Verfassg. Grundz. d. V. d. Deutsch. Reiches. V. Geheimrat Prof. Dr. E. Loening. 4. Aufl. (Bd. 34.)

Verfassg. und Verwaltung der deutschen Städte. Von Dr. M. Schmid. (466.)
— **Deutsch. Verfassgsr. i. geschichtl. Entwickl.** V. Pr. Dr. E. Hubrich. 2. A. (Bd. 80.)

Verkehrsentwicklung i. Deutschl. 1800 bis 1900 (fortgef. b. z. Gegenwart). Vorträge über Deutschlands Eisenbahnen u. Binnenwasserstraßen und ihre Entwicklung und Verwaltung wie ihre Bedeutung f. d. heutige Volkswirtschaft. Von Prof. Dr. W. Lotz. 4. Aufl. (Bd. 15.)

Versicherungswesen. Grundzüge des V. (Privatversicher.). V. Prof. Dr. phil. et jur. A. Manes. 3. Aufl. (Bd. 105.)

Waffentechnik siehe Handfeuerwaffen.

Wald, Der deutsche. V. Prof. Dr. Hausrath. 2. Aufl. Bilderanh. u. Kart. (Bd. 153.)

Wärmekraftmaschinen, Die neueren. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 2 Bde. I: Einführung in die Theorie u. d. Bau d. Gasmasch. 5. Aufl. M. 42 Abb. (Bd. 21.) II: Gaserzeuger, Großgasmasch., Dampf- u. Gasturb. 4. Aufl. M. 43 Abb. (Bd. 86.)
— siehe auch Kraftanlagen.

Wärmelehre, Einführ. i. d. techn. (Thermodynamik). Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. M. 40 Abb. i. Text. (Bd. 516.)
— s. auch Thermodynamik.

Wasser. Das. Von Geh. Reg.-Rat Dr. O. Anselmino. Mit 44 Abb. (Bd. 291.)
— s. a. Luft, Wass., Licht, Wärme Abt. V.

Wasserkraftmaschinen, Die, u. d. Ausnützg. d. Wasserkräfte. V. Kais. Geh. Reg.-Rat A. v. Ihering. 2. A. M. 57 Abb. (Bd. 228.)

Weidwerk. Das deutsche. V. Forstmeist. G. Frhr. v. Nordenflycht. M. Titelbild. (Bd. 436.)

Weinbau und Weinbereitung. Von Dir. F. Schmitthenner. 31 Abb. (Bd. 332.)

Welthandel siehe Handel.

Wirtschaftsgeographie Von Prof. Dr. F. Heiderich. (Bd. 633.)

Wirtschaftsgesch. s. Antike W., Ostmark.

Wirtschaftsleben, Deutsch. Auf geograph. Grundl. gesch. v. Prof. Dr. Chr. Gruber. 3. A. v. Dr. H. Reinlein. (42.)
— **Die Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens i. letzten Jahrh.** V. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. L. Pohle. 3. A. (57.)
— **Deutschl. Stellung i. d. Weltwirtsch.** V. Prof. Dr. W. Arndt. 2. A. (Bd. 179.)
— **Die Japaner in d. Weltwirtschaft.** V. Prof. Dr. K. Rathgen. 2. A. (Bd. 72.)

Wirtschaftlichen Organisationen, Die. Von Prof. Dr. E. Lederer. (Bd. 428.)
— s. Konsumgenoss., Mittelstandsbeweg.

Zeichnen. Techn. Von Prof. Dr. Hortmann. (Bd. 548.)

Zeitungswesen. V. Dr. H. Dietz. (Bd. 328.)

Zivilprozeßrecht, Das deutsche. Von Justizrat Dr. M. Strauß. (Bd. 315.)

Weitere Bände sind in Vorbereitung.

Druck von B. G. Teubner in Dresden

Digitized by Google

DIE KULTUR DER GEGENWART

IHRE ENTWICKLUNG UND IHRE ZIELE

HERAUSGEGEBEN VON PROF. PAUL HINNEBERG

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

III. Teil. Die mathematischen, naturwissenschaftlichen und medizinischen Kulturgebiete. [19 Bände.]

(* erschienen, † unter der Presse.) In Halbfranz geb. jeder Band 6 Mark mehr.

*I. Abt. Die math. Wissenschaften. (1 Bd.)
Abteilungsleiter u. Bandredakteur: F. Klein. Bearb. v. P. Stäckel, H. E. Timerding, A. Voß, H. G. Zeuthen. 5 Lfgn. *I. Lfg. (Zeuthen) geh. M. 3.— *II. Lfg. (Voß u. Timerding). geh. M. 6.— *III. Lfg. (Voß) geh. M 5.—

II. Abt. Die Vorgeschichte der mod. Naturwissenschaften u. d. Medizin. (1 Bd.)
Bandredakteure: J. Ilberg u. K. Sudhoff.

III. Abt. Anorg. Naturwissenschaften.
Abteilungsleiter: E. Lecher.

*Bd. 1. Physik. Bandredakteur: E. Warburg. Bearb. v. F. Auerbach, F. Braun, E. Dorn, A. Einstein, J. Elster, F. Exner, R. Gans, E. Gehrcke, H. Geitel, E. Gumlich, F. Hasenöhrl, F. Henning, L. Holborn, W. Jäger, W. Kaufmann, E. Lecher, H. A. Lorentz, O. Lummer, St. Meyer, M. Planck, O. Reichenheim, F. Richarz, H. Rubens, E. v. Schweidler, H. Starke, W. Voigt, E. Warburg, E. Wiechert, M. Wien, W. Wien, O. Wiener, P. Zeeman. M. 22.-, M. 24.-

*Bd. 2. Chemie. Bandredakteur: †E. v. Meyer. Allgem. Kristallographie u. Mineralogie. Bandredakteur: Fr. Rinne. Bearb. v. K. Engler, H. Immendorf, †O. Kellner, A. Kossel, M. Le Blanc, R. Luther, †E. v. Meyer, W. Nernst, Fr. Rinne, O. Wallach, †O. N. Witt, L. Wöhler. Mit Abb. M. 18.—, M. 20.—

†Bd. 3. Astronomie. Bandred.: J. Hartmann. Bearb. von L. Ambronn, F. Boll, A. v. Flotow, F. K. Ginzel, K. Graff, J. Hartmann, J. v. Hepperger, H. Kobold, S. Oppenheim, E. Pringsheim, †F. W. Ristenpart.

Bd. 4. Geonomie. Bandredakteure: †I. B. Messerschmitt u. H. Benndorf.

Bd. 5. Geologie (einschl. Petrographie). Bandredakteur: A. Rothpletz.

Bd. 6. Physiogeographie. Bandredakteur: E. Brückner. 1. Hälfte: Allg. Physiogeographie. 2. Hälfte: Spez. Physiogeographie.

IV. Abt. Organ. Naturwissenschaften.
Abteilungsleiter: R. v. Wettstein.

*Bd. 1. Allgemeine Biologie. Bandredakteure: †C. Chun u. W. Johannsen, u. Mitw. v. A. Günthart. Bearbeitet v. E. Baur, P. Boysen-Jensen, P. Claußen, A. Fischel, E. Godlewski, M. Hartmann, W. Johannsen, E. Laqueur, †B. Lidforß, W. Ostwald, O. Porsch, H. Przibram, E. Rádl, O. Rosenberg, W. Roux, W. Schleip, G. Senn, H. Spemann, O. zur Strassen. M. 21.—, M. 23.—

*Bd. 2. Zellen- und Gewebelehre, Morphologie und Entwicklungsgeschichte. 1. Botan. Teil. Bandredakteur: †E. Strasburger. Bearb. v. W. Benecke u. †E. Strasburger. Mit Abb. M. 10.—, M. 12.— 2. Zoologischer Teil. Bandredakteur: O. Hertwig. Bearb. v. R. Ganpp, K. Heider, O. Hertwig, R. Hertwig, F. Keibel, H. Poll. M. 16.—, M. 18.—

Bd. 3. Physiologie u. Ökologie. *1. Bot. T. Bandred.: G. Haberlandt. Bearb. von E. Baur, Fr. Czapek, H. v. Guttenberg. M. 11.—, M. 13.— 2. Zoologischer Teil. Bandredakteur und Mitarbeiter noch unbestimmt.

*Bd. 4. Abstammungslehre, Systematik, Paläontologie, Biogeographie. Bandredakteure: R. Hertwig u. R. v. Wettstein. Bearb. v. O. Abel, I. E. V. Boas, A. Brauer, A. Engler, K. Heider, R. Hertwig, W. J. Jongmans, L. Plate, R. v. Wettstein. M. 20.—, M. 22.—

†V. Abt. Anthropologie. (1 Bd.)
Bandred.: †G. Schwalbe. Bearb. v. E. Fischer, R. F. Graebner, M. Hoernes, Th. Mollison, A. Ploetz, †G. Schwalbe. ca. M. 22.-, M. 24.-

VI. Abt. Die medizin. Wissenschaften.
Abteilungsleiter: Fr. v. Müller.

Bd. 1. Die Geschichte der mod. Medizin. Bandred.: K. Sudhoff. Die Lehre von den Krankheiten. Bandred.: W. His.

Bd. 2. Die medizinischen Spezialfächer. Bandred.: Fr. v. Müller.

Bd. 3. Beziehungen der Medizin z. Volkswohl. Bandredakteur: M. v. Gruber.

VII. Abt. Naturphilosoph. u. Psychol.

*Bd. 1. Naturphilosophie. Bandredakteur: C. Stumpf. Bearb. v. E. Becher. M. 14.—, M. 16.—

Bd. 2. Psychologie. Bandredakteur und Mitarbeiter noch unbestimmt.

VIII. Abt. Organisation der Forschung und des Unterrichts. (1 Bd.)
Bandredakteur: A. Gutzmer.

IV. Teil. Die technischen Kulturgebiete. [15 Bände.]

Abteilungsleiter: W. v. Dyck und O. Kammerer.

Bisher erschien:

Technik des Kriegswesens. Bandredakteur M. Schwarte. Bearb. v. K. Becker, O. v. Eberhard, L. Glatzel, A. Kersting, O. Kretschmer, O. Poppenberg, J. Schroeter, M. Schwarte, W. Schwinning. Geheftet M. 24.—, gebunden M. 26.—. [Band 12.]

Teuerungszuschläge auf sämtliche Preise 30% einschließlich 10% Zuschlag der Buchhandlung

Probeheft mit Inhaltsübersicht des Gesamtwerkes, Probeabschnitten, Inhaltsverzeichnissen und Besprechungen umsonst und postfrei durch B. G. Teubner, Leipzig, Poststr. 3

Digitized by Google

UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY
BERKELEY

Return to desk from which borrowed.
This book is DUE on the last date stamped below.

MAR 9 1948

39

Oct25'48ML

ATIK

25 Nov

LD 21–100m-9,'47(A5702s16)476

A. Rothe . . . . . Bd. 14.
Beispiele z. Geschichted. Mathematik. Von A. Witting u. M. Gebhardt . Bd. 15.
Anfertigung mathematischer Modelle. Von K. Giebel . . . . . Bd. 16.

In Vorber.: Doehlemann, Mathematik u. Architektur. Pfeifer, Photogrammetrie. Lucks, Einführung in die Nomographie. II. Die Zeichnung als Rechenmaschine. Müller, Der Gegenstand d. Mathematik.

Teuerungszuschläge auf sämtliche Preise 30% einschließl. 10% Zuschlag der Buchhandlung

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Digitized by Google

Nachtschrift 427520 GB54
Allgemeine geographie III M3
Geomorphologie
Sauer
Sem. 317
JUN 23 1932 MISSING
OCT 9 1932
AUG 4 1938 Sem.317 Sauer S 1940
MAR 1 1948
MAR 17 1940
MAR 1
427520
UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

in 2 Reihen (diese nicht mit Einfass. käufl.). Denkwürdige Stätten aus Nordfrankreich. 12 Karten nach Orig.-Lithograph. von K. Lotze. Diefenbachs Schattenbilder in 6 Reihen (diese auch in viereckigen oder ovalen Holzrähmchen zu je M. 2 25 bezw. M. 2.50). Aus dem Kinderleben, 6 Karten nach Bleistiftzeichn. von Hela Peters. 1. Der gute Bruder. 2. Der böse Bruder. 3. Wo drückt der Schuh? 4. Schmeichelkätzchen. 5. Püppchen, aufgepaßt! 6. Große Wäsche. In Umschl. M. —.80. Schattenriß karten von Gerda Luise Schmidt: 1. Reihe: Spiel u. Tanz, Fest im Garten, *Blumenorakel, Die kleine Schäferin, Belauschter Dichter, Rattenfänger von Hameln. 2. Reihe: *Die Freunde, *Der Besuch, Im Grünen, *Reiferspiel, *Ein Frühlingsstrauß, *Der Liebesbrief. 3. Reihe: *Der Brief an „Ihn", *Annäherungsversuch, *Am Spinett, *Beim Wein, *Ein Märchen, *Der Geburtstag. Jede Reihe in Umschl. M. - 80 * Diese Schattenrißkarten von Gerda Luise Schmidt auch als Bilder im Format 20×15 cm je M. —.50. In Mahagonirähmchen m. Glas einschl. Bild je M. 5.50

Vollst. Kat. ü. künstler. Wandschm. m. farb. Wiederg. v. ü. 200 Bl. geg. Einsendg. v. 75 Pf. (Ausl. 85 Pf.) Ausf. Verz. d. Postkartenausg. umsonst. Beide v. Verlag in Leipzig, Poststr. 3.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Digitized by Google